

**PEMBUATAN MEKANISME SIMULATOR MESIN PEMBUAT
RODA GIGI LURUS (RACK GENERATION)**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai Sarjana Strata Satu
(S-1) Jurusan Teknik Mesin
Universitas Pasundan Bandung*

Oleh:

**Wildan Fauzi
103030070**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG**

2015

**PEMBUATAN MEKANISME SIMULATOR MESIN PEMBUAT
RODA GIGI LURUS (RACK GENERATION)**

TUGAS AKHIR



Nama : Wildan Fauzi

NRP : 103030070

Pembimbing I

Pembimbing II

**Rachmad Hartono, Ir., MT.
Pembimbing Tugas Akhir**

**Sugiharto, Ir., MT.
Pembimbing Tugas Akhir**

ABSTRAK

Roda gigi saat ini sudah mengalami perkembangan yang sangat pesat, jauh dibandingkan pada saat awal mula ditemukannya yang hanya terbuat dari kayu dan disisipi gigi. Ada banyak tipe roda gigi, tapi yang akan dibahas kali ini adalah jenis roda gigi lurus. Untuk memberikan gambaran proses pembuatan roda gigi lurus dengan proses sekrap (*Shaping*) perlu dibuat simulator.

Proses pembuatan *rack generation* ini, menggunakan mesin bubut, mesin frais, dan mesin milling. Dalam pengoperasiannya *rack generation* ini, dapat bergeser ke arah kiri dan kanan, dan mengubah gerak rotasi pada piringan rack menjadi gerak translasi yang mengakibatkan naik turunnya stempel. Mata potong pahat diganti dengan stempel rack, dan benda kerja yang diproses berupa kertas.

Dari tinjauan diatas, maka penulis memiliki gagasan untuk membuat simulator mesin pembuat roda gigi lurus yang nantinya dapat dikontrol secara otomatis. Simulator mekanisme pembuat roda gigi lurus diharapkan bisa menjadi acuan untuk pembuatan mekanisme rack generation yang sebenarnya. Sehingga proses pembuatan simulator mesin pembuat roda gigi lurus dapat dilakukan secara efektif dan efisien dengan kualitas yang baik.

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Wr. Wb

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga akhirnya saya dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**PEMBUATAN MEKANISME SIMULATOR MESIN PEMBUAT RODA GIGI LURUS**”. Tugas akhir ini disusun dan diajukan sebagai syarat kelulusan program sarjana strata-1 di Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

Tidak sedikit kesulitan yang saya hadapi dalam tugas akhir ini, namun dengan bantuan serta dorongan doa dari berbagai pihak akhirnya laporan ini dapat diselesaikan. Saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua yang tak henti-hentinya memberikan dukungan semangat serta doa.
2. Bapak Ir. Rachmad Hartono, MT., selaku pembimbing I pada tugas akhir ini yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama proses perancangan dan penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Sugiharto, MT., selaku pembimbing II pada tugas akhir ini yang telah banyak memberikan bimbingan dan arahan selama proses perancangan dan penyusunan tugas akhir ini.
4. Bapak Ir. Syahbardia., MT., selaku koordinator tugas akhir Prodi Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung.
5. Eka Agustira, Endang Sukarna, dan Hasby Lesmana selaku anggota tim pembuatan tugas akhir ini yang selalu memberikan saran serta dorongan moril dalam perancangan dan penyusunan tugas akhir ini.

6. Rama 'Jacksoen', Henry 'Mansur' Wibowo, yang meluangkan waktu diskusi serta memberikan saran dan referensi selama proses pembuatan tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan lab PEOTRO yang menyempatkan waktu diskusi selama perancangan tugas akhir ini.
8. Rekan-rekan di prodi teknik mesin angkatan 2010 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Saya menyadari tugas akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan keterbatasan waktu, pengetahuan, serta kemampuan yang dimiliki. Dengan demikian kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan.

Akhir kata saya berharap tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi saya dan umumnya bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandung, Oktober 2015

Wildan Fauzi

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Roda Gigi	5
2.2 Pembuatan Roda Gigi Lurus Dengan Rack Generation	9
2.3 Proses Pemesinan	10
2.4 Alumunium	14
2.5 Motor DC (Direct Curent).....	14
2.6 Motor <i>Stepper</i>	15

BAB III PEMBUATAN MEKANISME RACK GENERATION SIMULATOR MESIN PEMBUAT RODA GIGI LURUS

3.1 Metodologi Pembuatan Mekanisme Simulator Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus	16
3.2 Sketsa Konsep Mekanisme Simulator Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus	17

3.3	Pengadaan Komponen Mekanisme Rack Generation Simulator Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus	17
3.3.1	Komponen Standar	18
3.3.2	Komponen Yang Dibuat	20
3.4	Perakitan Mekanisme Rack Generation	51
4.1	Pengujian Mekanisme Rack Generation	55
4.1.1	Pengujian Mekanisme Rack Generation Arah Gerak Horizontal	55
4.1.2	Pengujian Mekanisme Rack Generation Arah Gerak Vertikal	55
4.2	Analisa Hasil Pengujian	56

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bagian-Bagian Dari Roda Gigi	5
Gambar 2.2 Cutting Gear by Rack Cutter	10
Gambar 2.3 Mesin Gergaji (<i>Sawing</i>).....	11
Gambar 2.4 Mesin Bubut Center	12
Gambar 2.5 Mesin Frais	12
Gambar 2.6 Klasifikasi Proses Frais	13
Gambar 2.7 Mesin Gerinda Tangan.....	13
Gambar 2.8 Mesin Gurdi.....	14
Gambar 2.9 Pelat Alumunium	14
Gambar 2.10 Motor DC	15
Gambar 2.11 Motor Stepper	15
Gambar 3.1 Metodologi Pembuatan Mekanisme Simulator Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus	16
Gambar 3.2 Sketsa Konsep Mekanisme Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus	17
Gambar 3.3 Sub Part Rumah Rack Generation.....	22
Gambar 3.4 Gambar Teknik Sub Part a.....	22
Gambar 3.5 Pelat Alumunium	23
Gambar 3.6 Hasil Pembuatan Sub Part a	24
Gambar 3.7 Gambar Teknik Sub Part b.....	24
Gambar 3.8 Pelat Alumunium	25
Gambar 3.9 Hasil Pembuatan Sub Part b	25
Gambar 3.10 Gambar Teknik Sub Part c.....	26
Gambar 3.11 Pelat Alumunium.....	26
Gambar 3.12 Hasil Pembuatan Sub Part c	27
Gambar 3.13 Gambar Teknik Sub Part d.....	27
Gambar 3.14 Pelat Alumunium	28
Gambar 3.15 Hasil Pembuatan Sub Part d	28
Gambar 3.16 Gambar Teknik Sub Part e.....	29
Gambar 3.17 Pelat Alumunium.....	29

Gambar 3.18 Hasil Pembuatan Sub Part e.....	30
Gambar 3.19 Gambar Teknik Piringan Rack	30
Gambar 3.20 Alumunium Silinder Pejal	31
Gambar 3.21 Hasil Pembuatan Piringan Rack	32
Gambar 3.22 Gambar Teknik Poros Daya Rack.....	32
Gambar 3.23 Poros <i>Stainless Steel</i>	33
Gambar 3.24 Hasil Pembuatan Poros Daya Rack.....	34
Gambar 3.25 Gambar Teknik Lengan Penggerak	34
Gambar 3.26 Pelat Alumunium	35
Gambar 3.27 Hasil Pembuatan Lengan Penggerak.....	35
Gambar 3.28 Gambar Teknik Batang Penyangga	36
Gambar 3.29 Pelat Alumunium	36
Gambar 3.30 Hasil Pembuatan Batang Penyangga	37
Gambar 3.31 Gambar Teknik Batang Penghubung Stempel.....	38
Gambar 3.32 Pelat Alumunium	38
Gambar 3.33 Hasil Pembuatan Batang Penghubung Stempel	39
Gambar 3.34 Gambar Teknik Bosh Lengan Penggerak	39
Gambar 3.35 Poros Silindris Alumunium	40
Gambar 3.36 Hasil Pembuatan Bosh Lengan Penggerak	40
Gambar 3.37 Gambar Teknik Bosh Batang Penghubung Stempel.....	41
Gambar 3.38 Poros Silindris Alumunium	41
Gambar 3.39 Hasil Pembuatan Bosh Batang Penghubung Stempel	42
Gambar 3.40 Gambar Teknik Rumah Bearing.....	42
Gambar 3.41 Alumunium Silinder Pejal	43
Gambar 3.42 Hasil Pembuatan Rumah <i>Bearing</i>	44
Gambar 3.43 Gambar Teknik Landasan Rack.....	44
Gambar 3.44 Pelat Alumunium	45
Gambar 3.45 Hasil Pembuatan Landasan Rack	46
Gambar 3.46 Gambar Teknik Alas Motor DC	46
Gambar 3.47 Pelat Alumunium	47
Gambar 3.48 Hasil Pembuatan Alas Motor DC.....	47
Gambar 3.49 Gambar Teknik Mur Power Screw	48

Gambar 3.50 Mur M10.....	48
Gambar 3.51 Hasil Pembuatan Mur Power Screw.....	49
Gambar 3.52 Gambar Teknik Bosh Linear Bearing	49
Gambar 3.53 Alumunium Silinder Pejal	50
Gambar 3.54 Hasil Pembuatan Bosh Linear Bearing	50
Gambar 3.55 Perakitan 1 Rumah Rack Mekanisme Rack Generation	51
Gambar 3.56 Perakitan 2 Komponen Rumah Rack Bagian Belakang	52
Gambar 3.57 Perakitan 3 Komponen Rumah Rack Bagian Depan	52
Gambar 3.58 Perakitan 4 Hasil Perakitan Bagian Depan	53
Gambar 3.59 Perakitan 5 Hasil Perakitan Bagian Belakang	53
Gambar 4.1 Pengujian Mekanisme <i>Rack Generation</i> Arah Gerak Horizontal.....	55
Gambar 4.2 Pengujian Mekanisme <i>Rack Generaation</i> Arah Gerak <i>Vertikal</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar Komponen Standar	18
Tabel 3.1Daftar Komponen Standar (Lanjutan)	19
Tabel 3.1Daftar Komponen Standar (Lanjutan)	20
Tabel 3.2 Daftar Komponen Yang Dibuat	21
Tabel 3.3 Proses Pembuatan Sub Part a.....	23
Tabel 3.4 Proses Pembuatan Sub Part b.....	25
Tabel 3.5 Proses Pembuatan Sub Part c.....	26
Tabel 3.5 Proses Pembuatan Sub Part c (Lanjutan).....	27
Tabel 3.6 Proses Pembuatan Sub Part d.....	28
Tabel 3.7 Proses Pembuatan Sub Part e.....	29
Tabel 3.7 Proses Pembuatan Sub Part e (Lanjutan)	30
Tabel 3.8 Proses Pembuatan Piringan Rack	31
Tabel 3.8 Proses Pembuatan Piringan Rack (Lanjutan)	32
Tabel 3.9 Proses Pembuatan Poros Daya.....	33
Tabel 3.9 Proses Pembuatan Poros Daya (Lanjutan).....	34
Tabel 3.10 Proses Pembuatan Lengan Penggerak	35
Tabel 3.11 Proses Pembuatan Batang Penyangga	37
Tabel 3.12 Proses Pembuatan Batang Penghubung Stempel.....	39
Tabel 3.12 Proses Pembuatan Batang Penghubung Stempel.....	39
Tabel 3.13 Proses Pembuatan Bosh Lengan Penggerak	40
Tabel 3.14 Proses Pembuatan Bosh Batang Penghubung Stempel.....	42
Tabel 3.15 Proses Pembuatan Rumah Bearing.....	43
Tabel 3.16 Proses Pembuatan Landasan Rack.....	45
Tabel 3.17 Proses Pembuatan Alas Motor DC	47
Tabel 3.18 Proses Pembuatan Mur Poros Daya.....	48
Tabel 3.18 Proses Pembuatan Mur Poros Daya (Lanjutan).....	49
Tabel 3.19 Proses Pembuatan Bosh Linear Bearing	50
Tabel 3.20 Rekapitulasi Biaya Pembuatan	53
Tabel 3.20 Rekapitulasi Biaya Pembuatan (Lanjutan)	54

BAB I

PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang masalah, perumusan masalah, tujuan tugas akhir, batasan masalah, dan sistematika penulisan laporan.

1.1 Latar Belakang

Roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran. Roda gigi memiliki gigi di sekelilingnya, sehingga penerusan daya dilakukan oleh gigi-gigi kedua roda yang saling berkait. Roda gigi sering digunakan karena dapat meneruskan putaran dan daya yang lebih bervariasi dan lebih kompak daripada menggunakan alat transmisi yang lainnya, selain itu roda gigi juga memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan alat transmisi lainnya.

Saat ini roda gigi sudah mengalami perkembangan yang sangat pesat, jauh dibandingkan pada saat awal mula ditemukannya yang hanya terbuat dari kayu dan disisipi gigi. Seiring perkembangan teknologi, roda gigi telah banyak mengalami perubahan, baik dari segi geometri maupun bahannya yang telah disesuaikan pada kegunaan roda gigi tersebut. Ada banyak tipe roda gigi, tapi yang akan dibahas kali ini adalah jenis roda gigi lurus.

Roda gigi lurus digunakan untuk poros yang sejajar atau paralel. Dibandingkan dengan jenis roda gigi yang lain, roda gigi lurus ini paling mudah dalam proses pengerjaannya (*machining*). Pembuatan roda gigi lurus pada umumnya dapat dilakukan dengan beberapa proses pemesinan (*machining process*), salah satunya dengan menggunakan proses sekrap (*shaping*).

Pada proses sekrap, gigi dibentuk dengan alat potong pinion atau dengan mata potong sekrap. Alat potong pinion bergerak bolak – balik

(*translasi*) sepanjang sumbu vertikal dan secara bertahap masuk kedalam benda kerja sampai kedalaman yang diinginkan. Bila lingkaran puncak sudah tersinggung kedua alat potong dan benda kerja diputar setelah setiap langkah pemotongan.

Untuk memberikan gambaran tentang pembuatan roda gigi lurus dengan menggunakan proses sekrap, perlu dibuat simulator mesin pembuat roda gigi lurus yang prinsip kerjanya mirip dengan proses sekrap. Diharapkan simulator ini dapat membantu mahasiswa dalam memahami proses pembuatan roda gigi lurus dengan menggunakan proses sekrap.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini, yaitu bagaimana cara membuat mekanisme rack generation yang dapat bergeser ke arah kiri dan kanan, dan bagaimana cara membuat mekanisme pengubah gerak rotasi pada piringan rack menjadi gerak translasi yang mengakibatkan naik turunnya stempel.

1.3 Batasan Masalah

Tidak semua masalah yang terkait dengan roda gigi lurus dibahas dalam tugas akhir ini. Masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Teori dasar roda gigi secara umum,
2. Beberapa proses pemesinan yang digunakan dalam proses pembuatan mekanisme rack,
3. Material yang digunakan untuk pembuatan mekanisme rack yaitu aluminium dan,
4. Motor stepper dan motor DC sebagai penggeraknya.

1.4 Tujuan

Simulator mesin pembuat roda gigi lurus terdiri dari beberapa bagian yaitu mekanisme *rack generation*, mekanisme *blank*, dan rangka. Tujuan tugas akhir ini adalah membuat mekanisme rack dari simulator mesin pembuat roda gigi lurus.

1.5 Sistematika Penulisan

Laporan ini disusun bab demi bab dan terdiri dari lima bab. Isi masing-masing bab adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

BAB II TEORI DASAR

Bab ini berisikan tentang roda gigi, proses pemesinan, material yang digunakan dalam pembuatan simulator, dan motor penggerak.

BAB III PEMBUATAN MEKANISME SIMULATOR MESIN PEMBUAT RODA GIGI LURUS

Bab ini berisi tentang langkah-langkah pembuatan simulator mesin pembuat roda gigi lurus dan perakitannya.

BAB IV PENGUJIAN MEKANISME RACK GENERATION

Bab ini berisikan tentang pengujian dan analisa hasil pengujian simulator mesin pembuat roda gigi lurus.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

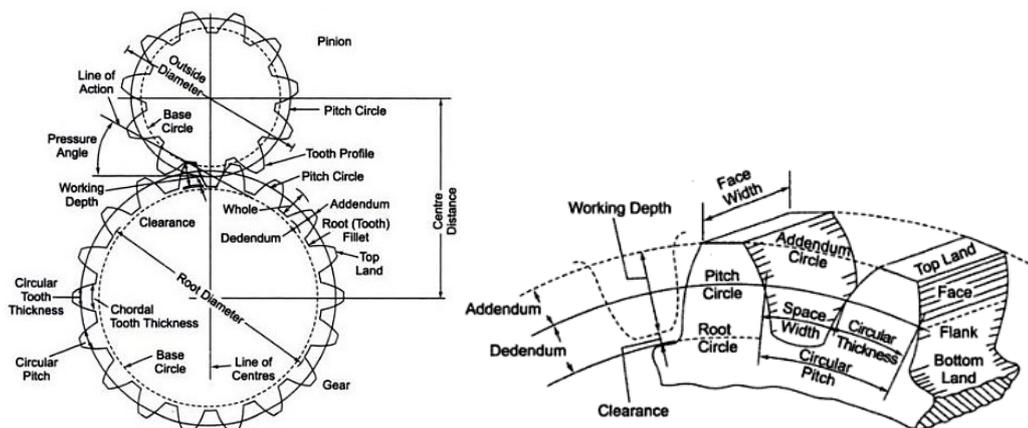
LAMPIRAN

BAB II TEORI DASAR

Pada bab ini dibahas tentang roda gigi, proses pemesinan, material, motor DC, dan motor *stepper*.

2.1 Roda Gigi

Roda gigi adalah bagian dari mesin yang berputar yang berguna untuk mentransmisikan daya. Roda gigi memiliki gigi-gigi yang saling bersinggungan dengan gigi dari roda gigi yang lain. Dua atau lebih roda gigi yang bersinggungan dan bekerja bersama-sama disebut sebagai transmisi roda gigi, dan bisa menghasilkan keuntungan mekanis melalui rasio jumlah gigi. Roda gigi mampu mengubah kecepatan putar, torsi, dan arah daya terhadap sumber daya. Bagian-bagian dari roda gigi dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Bagian-Bagian Dari Roda Gigi

Beberapa paragraf berikut berisi penjelasan tentang istilah-istilah penting yang digunakan dalam terminologi gigi yaitu diametral pitch,

circular pitch, pitch circle diameter, module, addendum, dedendum, working depth, minimum total depth, outside diameter, root diameter, base diameter, center distance, width of space, sudut tekan (pressure angle), kedalaman total, (total depth), tebal gigi (tooth thickness), lebar ruang (tooth space), backlash, sisi kepala (face of tooth), sisi kaki (flank of tooth), puncak kepala (top land).

1. Diametral Pitch

Diametral pitch adalah perbandingan jumlah gigi dengan ukuran diameter jarak bagi dalam satuan inchi.

$$\text{Diametral Pitch } (P_d) = \frac{Z}{D} = \frac{\pi}{P_c}$$

(pers. 2.1)

Keterangan :

D = *Pitch circle* diameter

Z = Jumlah gigi

P_c = *Circular pitch*

2. Circular Pitch

Circular pitch adalah jarak arc yang diukur pada lingkaran *pitch* dari salah satu sisi sebuah gigi ke sisi yang sama dari gigi yang berikutnya.

$$\text{Circular Pitch } (P_c) = \frac{\pi D}{Z}$$

(pers. 2.2)

Keterangan :

D = *Pitch circle* diameter

Z = Jumlah gigi

3. Pitch Circle Diameter (D)

Pitch circle diameter adalah diameter yang terletak ditengah antara jarak *addendum* dan *dedendum* yang biasa digunakan untuk menentukan nilai dimensi dari pinion.

4. Module (*m*)

Module (m) adalah panjang dari diameter lingkaran *pitch* untuk tiap gigi. Satuan untuk *module* adalah millimeter.

$$t = \frac{\pi d}{Z}$$

(pers. 2.3)

Keterangan :

t = Jarak bagi lingkaran

d = Diameter jarak bagi lingkaran

Z = Jumlah gigi

5. Addendum

Addendum adalah jarak radial dari lingkaran *pitch* sampai pada ujung puncak dari gigi.

6. Dedendum

Dedendum adalah jarak radial dari lingkaran *pitch* sampai pada dasar dari gigi. Besaran nilai dimensi *addendum* dan *dedendum* mengacu kepada nilai sudut tekan (*pressure angle*) dimana nilai dimensinya akan berbeda antara satu dengan lainnya tergantung nilai sudut tekan.

7. Working Depth

Working depth adalah jarak radial antara *addendum circle* dan *clearance circle*. *Minimum total depth*.

8. Minimum Total Depth

Minimum total depth adalah nilai minimum kedalaman profil gigi yang diizinkan.

9. Outside Diameter (D_o)

Outside diameter adalah nilai dimensi dari diameter terluar dari sebuah roda gigi. Nilai dimensi dari *Outside* Diameter dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Outside Diameter } (D_o) = D + 2a$$

(pers. 2.4)

Keterangan :

D = *Pitch circle* diameter

a = *Addendum*

10. Root Diameter (D_R)

Root diameter adalah nilai dimensi diameter yang menjadi dasar dimana profil roda gigi dibentuk.

11. Base Diameter (D_B)

Base diameter adalah dimensi diameter dasar dari roda gigi.

12. Center Distance (c)

Center distance adalah jarak antara kedua titik sumbu dari dua buah roda gigi.

13. Width of Space

Tebal ruang antara roda gigi diukur sepanjang lingkaran *pitch*.

14. Sudut Tekan (*Pressure Angle*)

Sudut yang dibentuk dari garis normal dengan kemiringan dari sisi kepala gigi.

15. Kedalaman Total (*Total Depth*)

Jumlah dari *addendum* dan *dedendum*.

16. Tebal Gigi (*Tooth Thickness*)

Lebar gigi diukur sepanjang lingkaran *pitch*.

17. Lebar Ruang (*Tooth Space*)

Ukuran ruang antara dua gigi sepanjang lingkaran *pitch*.

18. Backlash

Selisih antara tebal gigi dengan lebar ruang.

19. Sisi Kepala (*Face of Tooth*)

Permukaan gigi diatas lingkaran *pitch*.

20. Sisi Kaki (*Flank of Tooth*)

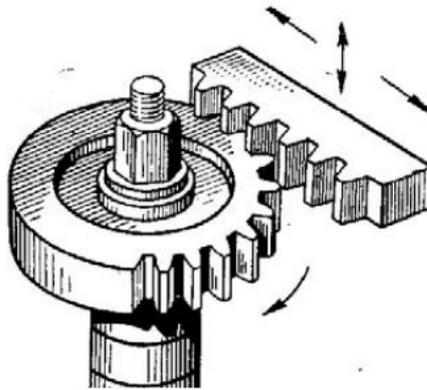
Permukaan gigi dibawah lingkaran *pitch*.

21. Puncak Kepala (*Top Land*)

Permukaan di puncak gigi.

2.2 Pembuatan Roda Gigi Lurus Dengan Rack Generation

Pada metoda *rack generation*, pembentukan gigi dilakukan dengan *rack* berbentuk pemotong (*rack cutter*). Prinsip kerja dari *rack generation* adalah *rack* digerakkan ke bawah dan memotong benda kerja (*blank*) sampai kedalaman yang diinginkan, lalu *rack* dikembalikan lagi ke atas (satu langkah pemotongan). Setelah satu kali langkah pemotongan, benda kerja (*blank*) diputar beberapa derajat dan diikuti dengan pergeseran *rack* ke arah yang sama sesuai dengan besar putaran benda kerja (*blank*). Proses ini terus diulang sampai terbentuknya roda gigi. Proses cutting gear by rack cutter dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Cutting Gear by Rack Cutter

2.3 Proses Pemesinan

Pada proses pemesinan ada istilah gerak potong dan gerak makan. Gerak potong adalah gerak relatif antara perkakas potong atau pahat dengan benda kerja yang searah dengan arah potongan. Gerak makan adalah gerak yang mengakibatkan pengulangan gerakan pemotongan setiap putaran atau setiap langkah untuk memastikan kelanjutan operasi pemotongan. Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki.

Menurut jenis kombinasi dari gerak potong dan gerak makan, proses pemesinan dikelompokkan menjadi beberapa macam proses, yaitu :

- a. Proses gergaji (*sawing*),
- b. Proses bubut (*turning*),
- c. Proses gurdi (*drilling*),
- d. Proses gerinda (*surface grinding*), dan
- e. Proses frais (*milling*).

1. Proses Gergaji (sawing)

Proses gergaji (*sawing*) adalah proses yang digunakan untuk memotong benda-benda kerja dengan cara menggunakan perkakas

potong. Mesin potong merupakan alat potong yang biasanya untuk memotong bahan-bahan yang terbuat dari logam atau kayu. Mesin ini memiliki satu deretan mata potong pada kelilingnya pada kelilingnya, yang masing-masing berlaku sebagai pemotong tersendiri pada daur putaran. Contoh mesin potong dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Mesin Gergaji (Sawing)

2. Proses Bubut (*Turning*)

Proses bubut (*turning*) adalah suatu proses yang membentuk benda kerja dengan cara menyayat, dimana gerak utamanya adalah gerak rotasi benda kerja dan gerak pemakanannya adalah gerak translasi pahat ke kiri dan kekanan searah dengan sumbu mesin bubut sebagai gerak bantu. Pergerakan pahat kekiri dan kekanan merupakan fungsi utama mesin bubut untuk pengerjaan silindris. Pahat juga bisa bergerak untuk facing (menghasilkan permukaan rata pada sisi datar dari silinder).

Prinsip Kerja Mesin Bubut mulai dari poros spindel akan memutar benda kerja melalui piringan pembawa sehingga memutar roda gigi pada poros spindel. Melalui roda gigi penghubung, putaran akan disampaikan ke roda gigi poros ulir. Oleh klem berulir, putaran poros ulir tersebut diubah menjadi gerak translasi pada eretan yang membawa pahat. Akibatnya pada benda kerja akan terjadi sayatan yang berbentuk ulir. Contoh mesin bubut dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4 Mesin Bubut Center

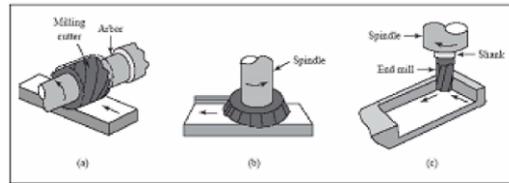
3. Proses Frais (*Milling*)

Proses pemesinan frais (*milling*) adalah proses penyayatan benda kerja dengan alat potong dengan mata potong jamak yang berputar. Proses penyayatan dengan gigi potong yang banyak yang mengitari pahat ini bisa menghasilkan proses pemesinan lebih cepat. Permukaan yang disayat bisa berbentuk datar, menyudut, atau melengkung. Permukaan benda kerja bisa juga berbentuk kombinasi dari beberapa bentuk. Contoh mesin frais dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Mesin Frais

Proses *frais* dapat diklasifikasikan dalam tiga jenis. Klasifikasi ini berdasarkan jenis pahat , arah penyayatan, dan posisi relatif pahat terhadap benda kerja. Contoh klasifikasi proses *frais* dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Klasifikasi Proses Frais

4. Proses Grinding (surface grinding)

Proses *grinding* merupakan proses menghaluskan permukaan yang digunakan pada tahap finishing dengan daerah toleransi yang sangat kecil sehingga mesin ini harus memiliki konstruksi yang sangat kokoh. Mesin gerinda terbagi menjadi dua jenis, yaitu mesin gerinda tangan dan gerinda duduk. Mesin yang digunakan pada proses pembuatan simulator adalah mesin gerinda tangan. Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Awalnya mesin gerinda hanya ditujukan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti besi dan stainless steel. Contoh mesin gerinda tangan dapat dilihat pada gambar 2.7.



Gambar 2.7 Mesin Gerinda Tangan

5. Proses Gurdi

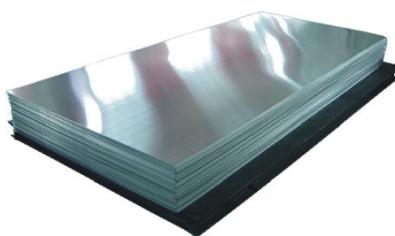
Proses gurdi adalah proses pemesinan yang digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja. Hampir semua proses gurdi dilakukan dengan mempergunakan pahat yang mempunyai dua mata potong. Langkah pemotongan dalam proses gurdi terjadi di dalam benda kerja. Contoh mesin gurdi dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Mesin Gurdi

2.4 Alumunium

Material utama yang digunakan dalam pembuatan simulator ini adalah alumunium. Alumunium adalah logam berwarna putih perak dan tergolong ringan yang mempunyai massa jenis $2,7 \text{ gr cm}^{-3}$. Dibandingkan dengan logam lainnya alumunium memiliki beberapa keunggulan yaitu tahan terhadap koros, kuat dan kokoh, ringan, dan mudah diubah bentuknya. . Contoh bentuk fisik pelat alumunium dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2.9 Pelat Alumunium

2.5 Motor DC (Direct Current)

Motor DC (*Direct Current*) adalah peralatan elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak. Motor DC dapat berputar searah dengan arah putaran jarum jam atau dapat juga berputar berlawanan dengan arah putaran jarum jam. Contoh bentuk fisik motor DC dapat dilihat pada gambar 2.10.



Gambar 2.10 Motor DC

Dalam aplikasinya seringkali sebuah motor DC diputar dalam dua arah putaran yaitu searah putaran jarum jam (*clockwise*) dan berlawanan arah putaran jarum jam (*counter clockwise*). Arah putaran motor DC dapat diubah dengan cara mengubah arah arus listrik yang mengalir melewati motor DC tersebut. Mengubah arah arus listrik yang melewati motor DC dapat dilakukan dengan cara mengubah polaritas tegangan motornya.

2.6 Motor Stepper

Motor stepper adalah motor DC yang khusus berputar dalam suatu derajat yang tetap yang disebut langkah (*step*). Satu step antara $0,9^\circ$ - $1,8^\circ$. Motor stepper terdiri dari rotor dan stator. Rotor adalah permanen magnet sedangkan stator adalah elektromagnet. Rotor akan bergerak jika stator diberi aliran listrik. Aliran listrik ini membangkitkan medan magnet dan membuat rotor menyesuaikan dengan kutub magnet yang dimilikinya. Penggunaan motor stepper memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penggunaan motor DC biasa. Contoh motor stepper dapat dilihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Motor Stepper

BAB III

PEMBUATAN MEKANISME RACK GENERATION SIMULATOR MESIN PEMBUAT RODA GIGI LURUS

Pada bab ini dibahas tentang metodologi, sketsa konsep, komponen standar, komponen yang dibuat, dan perakitan mekanisme *rack generation* simulator mesin pembuat roda gigi lurus.

3.1 Metodologi Pembuatan Mekanisme Simulator Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus

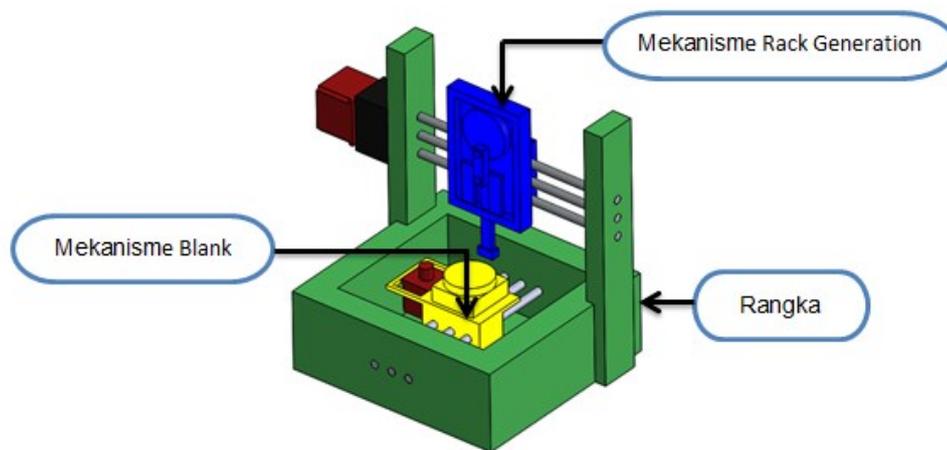
Proses pembuatan mekanisme simulator mesin pembuat roda gigi lurus dilakukan setelah proses perancangan selesai. Tahap penyelesaian yang harus dilakukan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1
Metodologi Pembuatan Mekanisme Simulator Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus

3.2 Sketsa Konsep Mekanisme Simulator Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus

Proses pembuatan simulator mesin pembuat roda gigi lurus adalah lanjutan (realisasi) dari proses perancangan yang telah dilakukan sebelumnya. Dari perancangan yang telah dilakukan, didapat konsep desain mekanisme simulator mesin pembuat roda gigi lurus. Sketsa konsep mekanisme simulator mesin pembuat roda gigi lurus dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Sketsa Konsep Mekanisme Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus

Dari sketsa konsep, mekanisme simulator mesin pembuat roda gigi lurus terdiri dari tiga bagian yaitu mekanisme *rack*, mekanisme pemutar *blank*, dan rangka. Tidak semua bagian dibahas dalam tugas akhir ini. Pada tugas akhir ini yang dibahas hanya sebatas proses pembuatan mekanisme *rack generation* pada simulator mesin pembuat roda gigi lurus.

3.3 Pengadaan Komponen Mekanisme Rack Generation Simulator Mesin Pembuat Roda Gigi Lurus

Mekanisme *rack generation* simulator mesin pembuat roda gigi lurus terdiri dari komponen-komponen standar (tersedia di pasaran) dan beberapa komponen yang harus dibuat.

3.3.1 Komponen Standar

Komponen Standar adalah komponen-komponen yang sudah ada di pasaran. Komponen standar bisa didapatkan dengan mudah, dari komponen kecil hingga komponen yang besar sekalipun. Daftar komponen-komponen standar mekanisme *rack generation* dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Daftar Komponen Standar

No	Nama dan Spesifikasi	Gambar Komponen	Jumlah	Harga(Rp)
1.	Motor Stepper C8269-212K (2-PHASE 1.8°/STEP)		1 buah	250.000,-
2.	DC Gear Motor 3-12V 150rpm (1:120)		1buah	45.000,-
3.	Power Screw (Ulir M10)		1buah	15.000,-
4.	Poros Slider Stainless Steel Ø10mm		1000 mm	25.000,-
5.	Kopling Fleksibel		1 buah	50.000,-
6.	Linear Bearing		2x@Rp. 35.000	70.000,-

Tabel 3.1 Daftar Komponen Standar (Lanjutan)

No	Nama dan Spesifikasi	Gambar Komponen	Jumlah	Harga (Rp)
7.	Ball Bearing R-2210D7		2x@Rp. 8.000,-	16.000,-
8.	Mur M10		3x@Rp. 500,-	1.500,-
9.	Baud L M5X25 mm		1buah	750,-
10.	Snap RING		2x@Rp. 1500,-	3000,-
11.	Cap Stempel Rack		1buah	50.000,-
12.	Ring M6		7x@Rp. 250,-	1750,-
13.	Ring M4		2x@Rp. 200,-	400,-
14.	Sensor Proximity		1buah	125.000,-

Tabel 3.1 Daftar Komponen Standar (Lanjutan)

No	Nama dan Spesifikasi	Gambar Komponen	Jumlah	Harga (Rp)
13.	Baut L M4x20 mm		6x@Rp. 500,-	3.000,-
14.	Ball Bearing Ø20mm		1buah	25.000,-
15.	Baud L4 M4x25 mm		4x@Rp. 500,-	2.000,-
16.	Baud Tanam M4x25mm		1buah	750,-
17.	Baut Tanam M2x5mm		2x@Rp. 500,-	1000,-
18.	Baud L4 M4x5 mm		5x@Rp. 500,-	2500,-
Total				687.650,-

3.3.2Komponen Yang Dibuat

Komponen yang dibuat adalah Komponen-komponen yang tidak ada di pasaran, sehingga komponen harus dibuat sendiri. Komponen ini

dibuat sesuai kebutuhan saja. Daftar komponen mekanisme *rack generation* yang dibuat dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2 Daftar Komponen Yang Dibuat

No.	Nama Komponen	Jumlah
1.	Rumah Rack Generation	5
2.	Piringan Rack	1
3.	Poros Daya	1
4.	Lengan Penggerak	1
5.	Batang Penyangga	2
6.	Batang Penghubung Stempel	1
7.	Bosh Lengan Penggerak	1
8.	Bosh Batang Penghubung Stempel	1
9.	Rumah Bearing	1
10.	Landasan Rack	1
11.	Alas Motor DC	1
12.	Mur Power Screw	1
13.	Bosh Linear Bearing	2

1. Rumah Rack Generation

Rumah *rack generation* adalah tempat penyangga komponen-komponen mekanisme *rack generation*. Rumah rack generation terdiri dari beberapa sub part yaitu sub part a, sub part b, sub part c, sub part d, dan sub part e. Gambar sub part rumah rack dapat dilihat pada gambar 3.3.

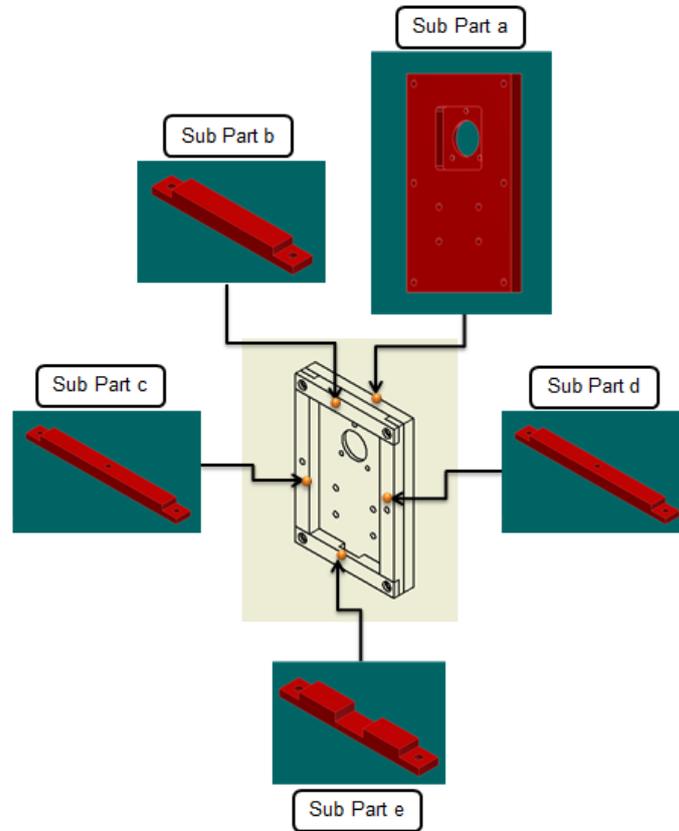
a. Sub Part a

Pelat alumunium sub part a memiliki ukuran panjang 150 mm x lebar 100 mm x tebal 10 mm. Pelat alumunium sub part a diproses dengan menggunakan proses frais, proses sawing, proses gurdi, dan proses pengetapan. Gambar teknik sub part a dapat dilihat pada gambar 3.4.

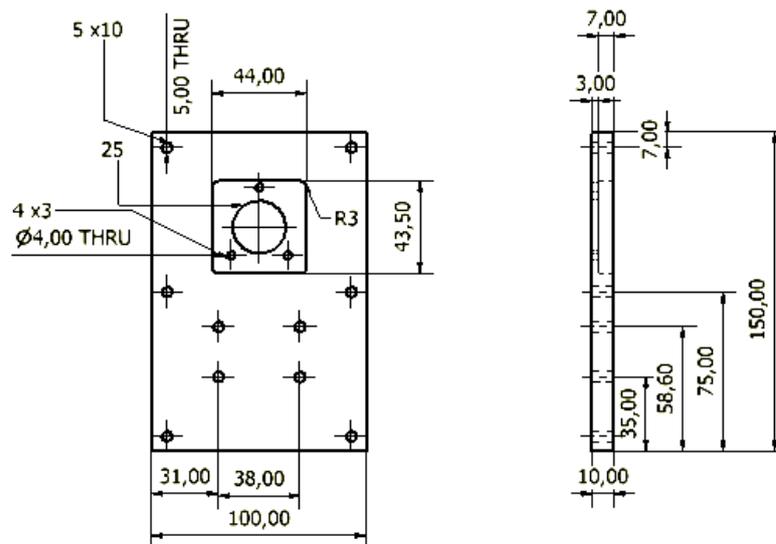
Bahan baku awal sub part a berupa alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat sub part a dapat dilihat pada gambar 3.5 dan proses pembuatan

Tugas Akhir

sub part a dapat dilihat pada tabel 3.3. Hasil pembuatan sub part a yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.6.



Gambar 3.3 Sub Part Rumah Rack Generation



Gambar 3.4 Gambar Teknik Sub Part a



Gambar 3.5 Pelat Alumunium

Tabel 3.3 Proses Pembuatan Sub Part a

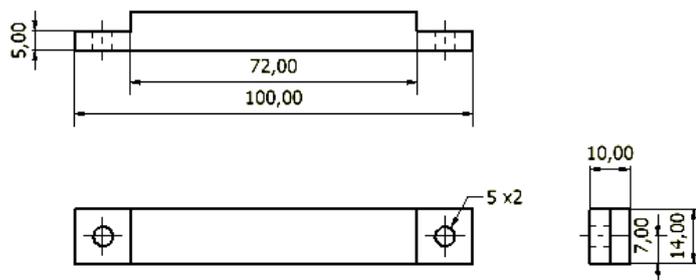
No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat aluminium tebal 10mm dipotong dengan ukuran 150mmx100mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	5 menit
2.	Membuat lubang sebanyak 10x Ø5mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	20 menit
3.	Membuat kotak sedalam 7mmx44,00mmx43,50mm	Jangka sorong	Mesin Frais	10 menit
4.	Membuat lubang dengan ukuran Ø25mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	6 menit
5.	Membuat lubang 3xØ4mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	6 menit
5.	Membuat ulir dalam di setiap sudut (6xØ5mm)	-	Tap Tangan	25 menit
6.	Membuat ulir dalam (3x Ø4mm)	-	Tap Tangan	10 menit
7.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				83 menit



Gambar 3.6 Hasil Pembuatan Sub Part a

b. Sub Part b

Pelat alumunium sub part b memiliki ukuran panjang 100 mm x lebar 14 mm x tebal 10 mm. Pelat alumunium sub part b diproses dengan menggunakan proses frais, proses sawing, dan proses gurdi. Gambar teknik sub part b dapat dilihat pada gambar 3.7.



Gambar 3.7 Gambar Teknik Sub Part b

Bahan baku awal sub part b berupa alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat sub part b dapat dilihat pada gambar 3.8 dan proses pembuatan sub part b dapat dilihat pada tabel 3.4. Hasil pembuatan sub part b yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.9.



Gambar 3.8 Pelat Alumunium

Tabel 3.4 Proses Pembuatan Sub Part b

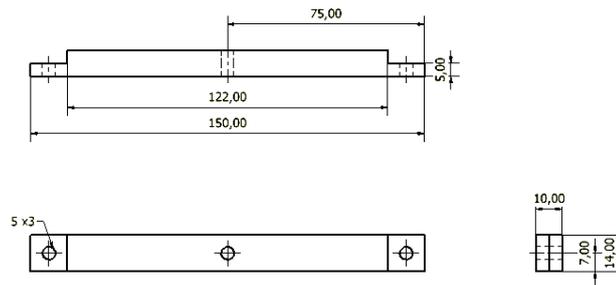
No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat aluminium tebal 10mm dipotong dengan ukuran 100mmx14mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	3 menit
2.	Menyayat kedua sisi pinggirnya dengan ukuran mencapai 5 mm dengan jarak 14 mm	Penggaris	Mesin Frais	15 menit
3.	Membuat lubang 2x Ø5mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	6 menit
4.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				25 menit



Gambar 3.9 Hasil Pembuatan Sub Part b

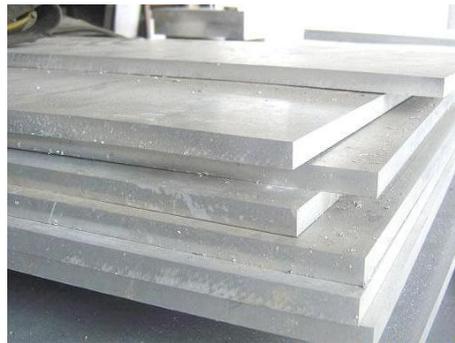
c. Sub Part c

Pelat alumunium sub part c memiliki ukuran panjang 150 mm x lebar 14 mm x tebal 10 mm. Pelat alumunium sub part c diproses dengan menggunakan proses frais, proses sawing, dan proses gurdi. Gambar teknik sub part c dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Gambar Teknik Sub Part c

Bahan baku awal sub part c berupa alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat sub part c dapat dilihat pada gambar 3.11. Proses pembuatan sub part c dapat dilihat pada tabel 3.5. Hasil pembuatan sub part c yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.11 Pelat Alumunium

Tabel 3.5 Proses Pembuatan Sub Part c

No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat alumunium tebal 10mm dipotong dengan ukuran 150mmx14mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	3 menit
2.	Menyayat kedua sisi pinggirnya dengan ukuran mencapai 5 mm dengan jarak 14 mm	Penggaris	Mesin Frais	15 menit

Tabel 3.5 Proses Pembuatan Sub Part c (Lanjutan)

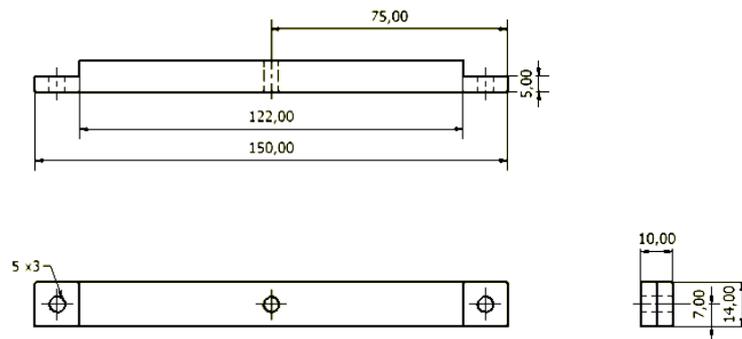
3.	Membuat lubang 3x $\varnothing 5\text{mm}$	Jangka sorong	Mesin Gurdi	10 menit
4.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				29 menit



Gambar 3.12 Hasil Pembuatan Sub Part c

d. Sub Part d

Pelat alumunium sub part d memiliki ukuran panjang 150 mm x lebar 14 mm x tebal 10 mm. Pelat alumunium sub part d diproses dengan menggunakan proses frais, proses sawing, dan proses gurdi. Gambar teknik sub part d dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13 Gambar Teknik Sub Part d

Bahan baku awal sub part d berupa alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat sub part d dapat dilihat pada gambar 3.14. Proses pembuatan sub part d dapat dilihat pada tabel 3.6. Hasil pembuatan sub part d yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.15.



Gambar 3.14 Pelat Alumunium

Tabel 3.6 Proses Pembuatan Sub Part d

No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat aluminium tebal 10mm dipotong dengan ukuran 150mmx14mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	3 menit
2.	Menyayat kedua sisi pinggirnya dengan ukuran mencapai 5 mm dengan jarak 14 mm	Penggaris	Mesin Frais	15 menit
3.	Membuat lubang 3x Ø5mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	10 menit
4.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				29 menit



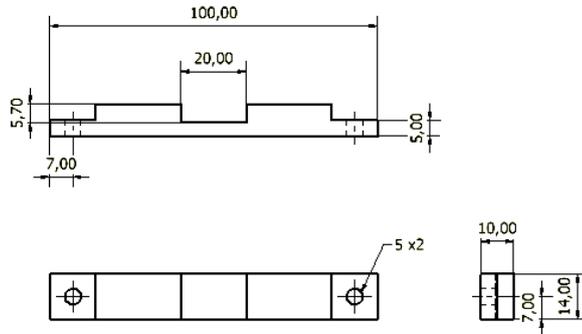
Gambar 3.15 Hasil Pembuatan Sub Part d

e. Sub Part e

Pelat alumunium sub part e memiliki ukuran panjang 100 mm x lebar 14 mm x tebal 10 mm. Pelat alumunium sub part e diproses dengan

Tugas Akhir

menggunakan proses frais, proses sawing, dan proses gurdi. Gambar teknik sub part e dapat dilihat pada gambar 3.16



Gambar 3.16 Gambar Teknik Sub Part e

. Bahan baku awal sub part e berupa alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat sub part e dapat dilihat pada gambar 3.17. Proses pembuatan sub part e dapat dilihat pada tabel 3.7. Hasil pembuatan sub part e yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.18.



Gambar 3.17 Pelat Alumunium

Tabel 3.7 Proses Pembuatan Sub Part e

No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat alumunium tebal 10mm dipotong dengan ukuran 100mmx14mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	3 menit

Tabel 3.7 Proses Pembuatan Sub Part e (Lanjutan)

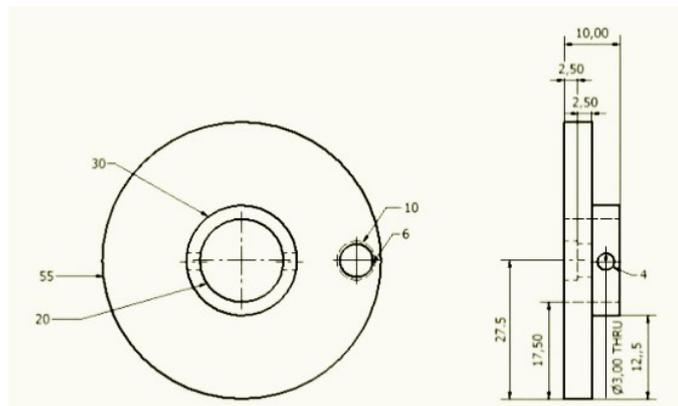
2.	Menyayat kedua sisi pinggir dan tengahnya dengan ukuran mencapai 5 mm dengan jarak 14 mm, dan bagian tengah 5,70 mm dengan jarak 20 mm	Penggaris	Mesin Frais	24 menit
3.	Membuat lubang 2x Ø5mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	8 menit
4.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				36 menit



Gambar 3.18 Hasil Pembuatan Sub Part e

2. Piringan Rack

Piringan rack berfungsi untuk memutarakan lengan penggerak dan batang penghubung stempel yang digerakan oleh motor DC. Piringan *rack* memiliki diameter 55 mm dan tebal 10 mm. Pada piringan *rack* dibuat bubut bertingkat dan diberi lubang dengan diameter 20 mm. Gambar teknik piringan *rack* dapat dilihat pada gambar 3.19.



Gambar 3.19 Gambar Teknik Piringan Rack

Bahan baku awal piringan *rack* berupa aluminium berbentuk silinder pejal dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat piringan *rack* dapat dilihat pada gambar 3.20 dan proses pembuatan piringan *rack* dapat dilihat pada tabel 3.8. Piringan *rack* yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.21.



Gambar 3.20 Aluminium Silinder Pejal

Tabel 3.8 Proses Pembuatan Piringan Rack

No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material aluminium silinder pejal Ø 55mm dipotong sepanjang 10mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	5 menit
2.	Membuat poros bertingkat dengan Ø30mm sedalam 5mm	Jangka sorong	Mesin Bubut	15 menit
3.	Membuat lubang dibagian tengah Ø20mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	7 menit
4.	Membuat lubang bertingkat Ø10mm sedalam 2,5mm dan Ø6mm sedalam 2,5mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	14 menit
5.	Membuat lubang dibagian tengah (2x Ø4mm)	Jangka sorong	Mesin Gurdi	5 menit

Tabel 3.8 Proses Pembuatan Piringan Rack (Lanjutan)

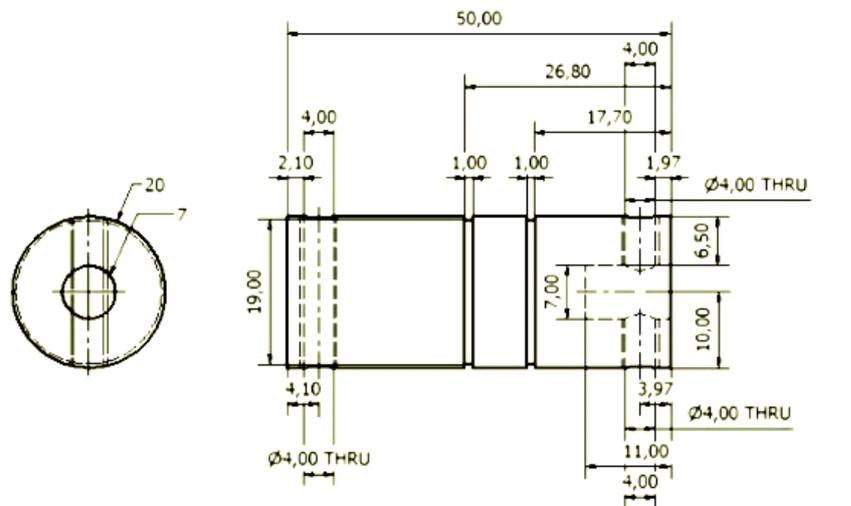
6.	Membuat ulir dalam Ø4mm	-	Tap Tangan	4 menit
7.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				51 menit



Gambar 3.21 Hasil Pembuatan Piringan Rack

3. Poros Daya

Poros daya berfungsi sebagai penerus daya yang diterima dari motor DC ke piringan rack dan sebagai sumbu gerak rotasi piringan rack. Poros daya dibuat dari *stainless steel*. Gambar teknik poros daya dapat dilihat pada gambar 3.22.



Gambar 3.22 Gambar Teknik Poros Daya

Bahan baku awal poros daya berupa poros stainless steel dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat poros daya dapat dilihat pada gambar 3.23 dan proses pembuatan poros daya dapat dilihat pada tabel 3.9. Poros daya yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.24.



Gambar 3.23 Poros Stainless Steel

Tabel 3.9 Proses Pembuatan Poros Daya

No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material poros stainless steel Ø20mm dipotong sepanjang 50mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	2 menit
2.	Membuat lubang sampai tembus dibagian kiri Ø4mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	8 menit
4.	Membubut di bagian tengah sebanyak 2x dengan ukuran 1 mm menjadi ukuran Ø19 mm.	Jangka sorong	Mesin Bubut	7 menit
5.	Membuat lubang dibagian kanan Ø7mm sedalam 11mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	6 menit
6.	Membuat lubang sampai tembus untuk pasak dibagian dibagian kanan 2x Ø4mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	10 menit
7.	Membuat ulir dalam dilubang kiri Ø4mm	-	Tap tangan	5 menit

Tabel 3.9 Proses Pembuatan Poros Daya (Lanjutan)

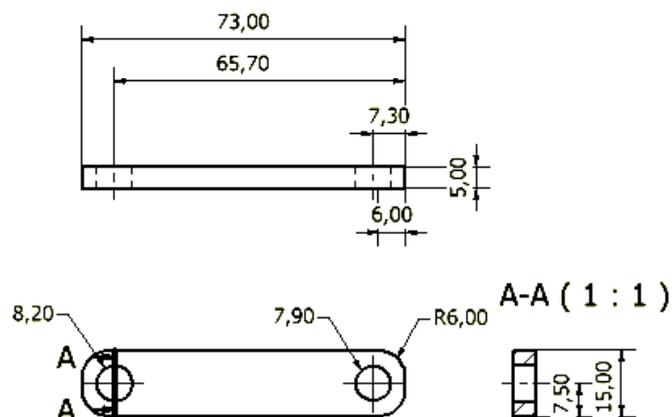
8.	Membuat ulir dalam dilubang kanan 2x Ø4mm	-	Tap tangan	8 menit
9.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				47menit



Gambar 3.24 Hasil Pembuatan Poros Daya Rack

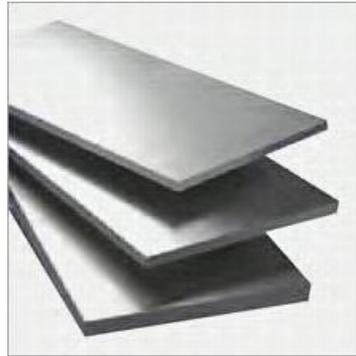
4. Lengan Penggerak

Lengan penggerak berfungsi untuk meneruskan putaran dari piringan rack ke batang penghubung stempel dengan gerak rotasi. Lengan penggerak memiliki panjang 73 mm, lebar 15 mm, dan tebal 5 mm. Gambar teknik lengan penggerak dapat dilihat pada gambar 3.25.



Gambar 3.25 Gambar Teknik Lengan Penggerak

Bahan baku lengan penggerak berupa pelat alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat lengan penggerak dapat dilihat pada gambar 3.26 dan proses pembuatan lengan penggerak dapat dilihat pada tabel 3.10. Lengan penggerak yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.27.



Gambar 3.26 Pelat Alumunium

Tabel 3.10 Proses Pembuatan Lengan Penggerak

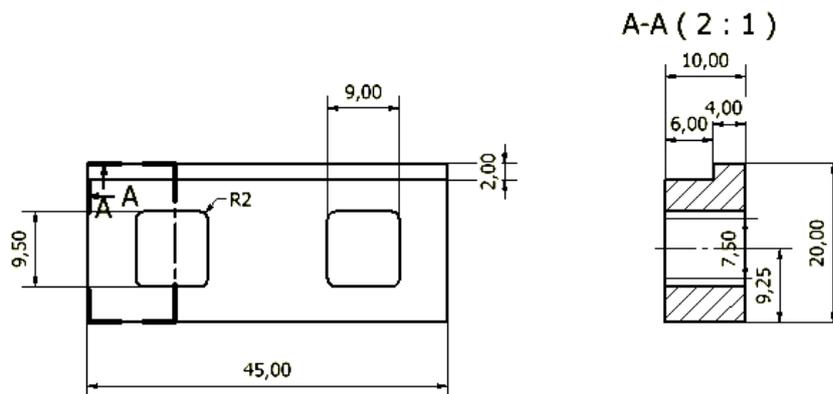
No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat alumunium tebal 5mm dipotong dengan ukuran 73mmx15mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	2 menit
2.	Membuat dua lubang Ø8,20mm dan Ø7,90mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	12 menit
3.	Membuat fillet disetiap sudut dengan radius 3mm.	-	Gerinda	5 menit
4..	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				20 menit



Gambar 3.27 Hasil Pembuatan Lengan Penggerak

5. Batang Penyangga

Batang penyangga berfungsi sebagai menahan batang stempel rack untuk menggerakkan naik turunnya batang stempel rack. Batang penyangga memiliki panjang 45 mm, lebar 20 mm, dan tebal 10 mm. Gambar teknik batang penyangga dapat dilihat pada gambar 3.28.



Gambar 3.28 Gambar Teknik Batang Penyangga

Bahan baku batang penyangga berupa pelat alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat batang penyangga dapat dilihat pada gambar 3.29 dan proses pembuatan lengan penggerak dapat dilihat pada tabel 3.11. Batang penyangga yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.30.



Gambar 3.29 Pelat Alumunium

Tabel 3.11 Proses Pembuatan Batang Penyangga

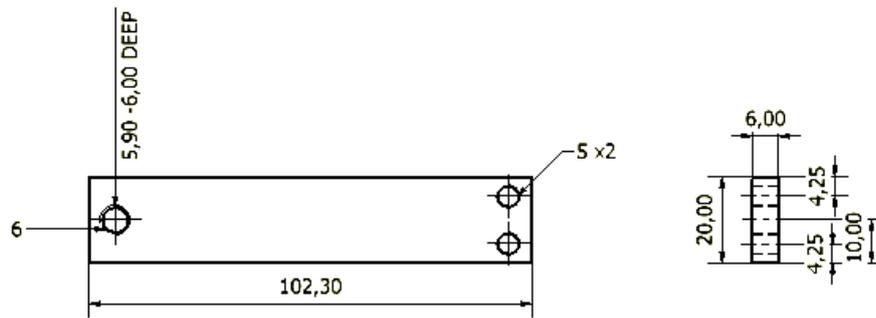
No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat alumunium tebal 10mm dipotong dengan ukuran 45mmx20mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	3 menit
2.	Membuat dua lubang berbentuk kotak dengan ukuran 9,5mmx9mm	Jangka sorong	Mesin frais	20 menit
3.	Menyayat dibagian permukaan atas dengan ukuran 2mm sedalam 6mm	Jangka sorong	Mesin frais	6 menit
4.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				30 menit



Gambar 3.30 Hasil Pembuatan Batang Penyangga

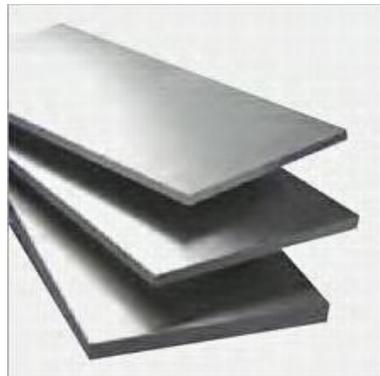
6. Batang Penghubung Stempel

Batang penghubung stempel berfungsi untuk menghubungkan dari lengan penggerak ke stempel rack dengan gerak naik turun (*translasi*). Batang penghubung stempel memiliki panjang 102,3 mm, lebar 20 mm, dan tebal 10 mm. Gambar teknik batang penghubung stempel dapat dilihat pada gambar 3.31.



Gambar 3.31 Gambar Teknik Batang Penghubung Stempel

Bahan baku batang penghubung stempel berupa pelat alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat batang penghubung stempel dapat dilihat pada gambar 3.32 dan proses pembuatan batang penghubung stempel dapat dilihat pada tabel 3.12 Batang penghubung stempel yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.33.



Gambar 3.32 Pelat Alumunium

Tabel 3.12 Proses Pembuatan Batang Penghubung Stempel

No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat alumunium tebal 6mm dipotong dengan ukuran 102,3mmx20mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	2 menit
2.	Membuat lubang dibagian permukaan atas Ø6mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	4 menit

**Tabel 3.12 Proses Pembuatan Batang Penghubung Stempel
(Lanjutan)**

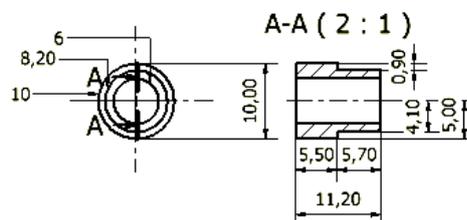
3.	Membuat lubang dibagian permukaan bawah dua buah $\varnothing 5\text{mm}$	Jangka sorong	Mesin Gurdi	6 menit
4.	Membuat ulir dalam dibagian permukaan atas $\varnothing 6\text{mm}$	-	Tap Tangan	4 menit
5.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				19 menit



Gambar 3.33 Hasil Pembuatan Batang Penghubung Stempel

7. Bosh Lengan Penggerak

Bosh lengan penggerak berfungsi sebagai sambungan dari suatu komponen lengan penggerak. Bosh lengan penggerak memiliki diameter luar 10mm, diameter dalam 6mm, dan panjang 11,2 mm. Gambar teknik bosh lengan penggerak dapat dilihat pada gambar 3.34.



Gambar 3.34 Gambar Teknik Bosh Lengan Penggerak

Bahan baku awal bosh lengan penggerak berupa aluminium berbentuk silindris dan diproses dengan beberapa proses pemesinan.

Material awal yang dipakai untuk membuat bosh lengan penggerak dapat dilihat pada gambar 3.35 dan proses pembuatan lengan penggerak dapat dilihat pada tabel 3.13. Bosh lengan penggerak yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.36.



Gambar 3.35 Poros Silindris Alumunium

Tabel 3.13 Proses Pembuatan Bosh Lengan Penggerak

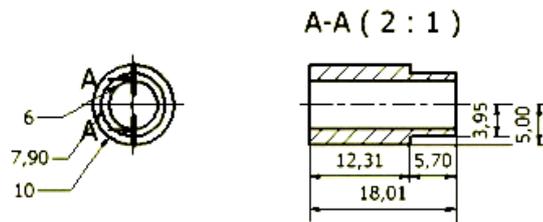
No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material poros silindris alumunium diameter luar 10mm dan diameter dalam 6mm dipotong sepanjang 11,2mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	2 menit
2.	Membuat poros bertingkat Ø8,2mm sepanjang 5,7mm	Jangka sorong	Mesin Bubut	7 menit
3.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				10 menit



Gambar 3.36 Hasil Pembuatan Bosh Lengan Penggerak

8. Bosh Batang Penghubung Stempel

Bosh batang penghubung stempel berfungsi sebagai sambungan dari suatu komponen batang penghubung stempel. Bosh batang penghubung stempel memiliki diameter luar 10mm, diameter dalam 6mm, dan panjang 18,1 mm. Gambar teknik bosh batang penghubung stempel dapat dilihat pada gambar 3.37.



Gambar 3.37 Gambar Teknik Bosh Batang Penghubung Stempel

Bahan baku awal bosh batang penghubung stempel berupa aluminium berbentuk silindris dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat bosh batang penghubung stempel dapat dilihat pada gambar 3.38 dan proses pembuatan batang penghubung stempel dapat dilihat pada tabel 3.14. Bosh batang penghubung stempel yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.39.



Gambar 3.38 Poros Silindris Aluminium

Tabel 3.14 Proses Pembuatan Bosh Batang Penghubung Stempel

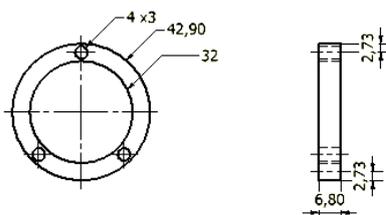
No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material poros silindris alumunium diameter luar 10mm dan diameter dalam 6mm dipotong sepanjang 18,1mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	2 menit
2.	Membuat poros bertingkat Ø7,9mm sepanjang 5,7mm	Jangka sorong	Mesin Bubut	8 menit
3.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				11 menit



Gambar 3.39 Hasil Pembuatan Bosh Batang Penghubung Stempel

9. Rumah Bearing

Fungsi rumah *bearing* adalah untuk menempatkan *ball bearing* dibagian komponen rumah *rack*. Rumah bearing memiliki diameter 42,90 mm dan tebal 6,80 mm. Gambar teknik rumah bearing dapat dilihat pada gambar 3.40.



Gambar 3.40 Gambar Teknik Rumah Bearing

Tugas Akhir

Bahan baku awal rumah bearing berupa alumunium berbentuk silinder pejal dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat rumah bearing dapat dilihat pada gambar 3.41 dan proses pembuatan piringan *rack* dapat dilihat pada tabel 3.15. Rumah bearing yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.42.



Gambar 3.41 Alumunium Silinder Pejal

Tabel 3.15 Proses Pembuatan Rumah Bearing

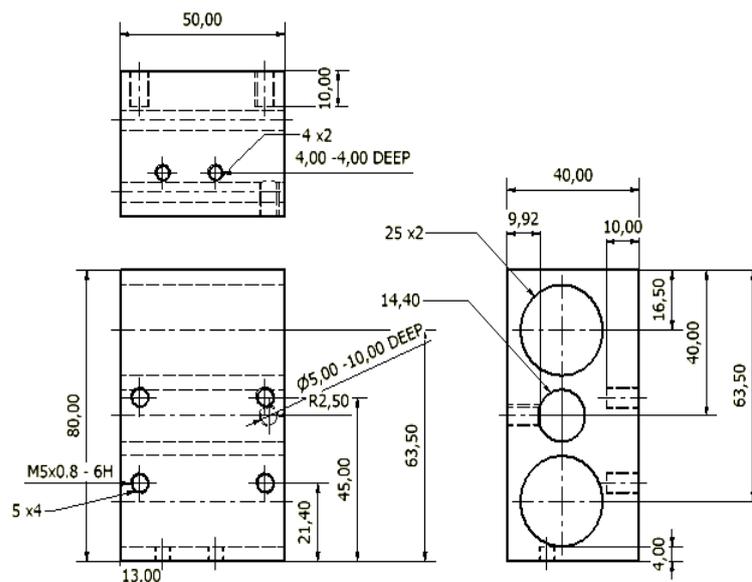
No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material aluminium silinder pejal Ø 42,90mm dipotong sepanjang 6,8mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	6 menit
2.	Membuat lubang dibagian tengah Ø32mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	10 menit
3.	Membuat lubang disekelilingnya 3x Ø4mm	Jangka sorong	Mesin Gurdi	12 menit
4.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				29 menit



Gambar 3.42 Hasil Pembuatan Rumah Bearing

10. Landasan Rack

Landasan rack berfungsi sebagai menyambungkan rumah rack, dan bisa bergeser ke arah kanan dan ke arah kiri. Landasan *rack* memiliki panjang 80 mm, lebar 50 mm, dan tebal 40 mm. Gambar teknik landasan *rack* dapat dilihat pada gambar 3.43.



Gambar 3.43 Gambar Teknik Landasan Rack

Bahan baku awal landasan rack berupa pelat alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat landasan *rack* dapat dilihat pada gambar 3.44 dan proses pembuatan landasan *rack* dapat dilihat pada tabel 3.16. Landasan *rack* yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.45.



Gambar 3.44 Pelat Alumunium

Tabel 3.16 Proses Pembuatan Landasan Rack

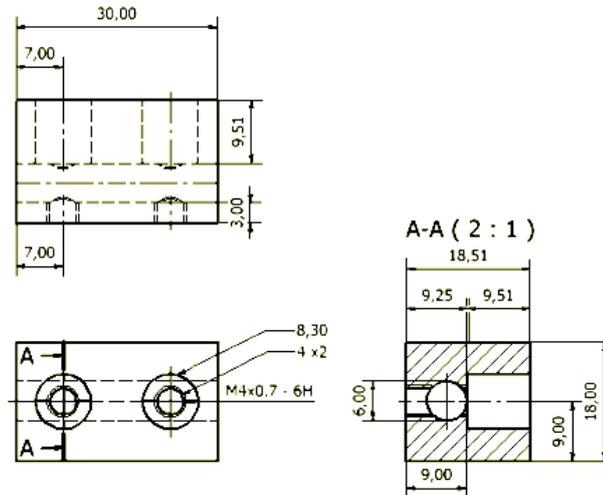
No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat aluminium tebal 40mm dipotong dengan ukuran 80mmx50mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	9 menit
2.	Membuat 2 lubang ($\varnothing 25\text{mm}$ untuk <i>bosh linear bearing</i>), dan satu lubang dibagian no 2 ($\varnothing 14\text{mm}$ untuk mur poros daya)	Jangka sorong	Mesin Gurdi	20 menit
3.	Membuat lubang 4x $\varnothing 5\text{mm}$	Jangka sorong	Mesin Gurdi	14 menit
4.	Membuat lubang dibagian permukaan atas 2x $\varnothing 4\text{mm}$)	Jangka sorong	Mesin Gurdi	12 menit
5.	Membuat lubang ($\varnothing 5\text{mm}$)	Jangka sorong	Mesin Gurdi	3 menit
6.	Membuat ulir dalam (4x $\varnothing 5\text{mm}$)	-	Tap Tangan	10 menit
7.	Membuat ulir dalam dibagian permukaan atas (2x $\varnothing 4\text{mm}$)	-	Tap Tangan	6 menit
8.	Membuat ulir dalam ($\varnothing 4\text{mm}$)	-	Tap tangan	5 menit
9.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				80 menit



Gambar 3.45 Hasil Pembuatan Landasan Rack

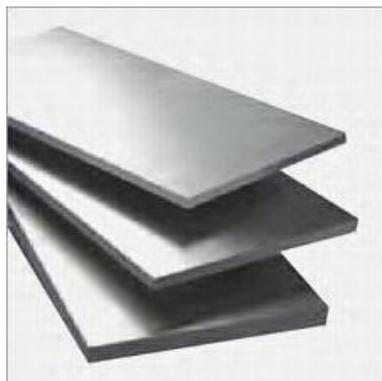
11. Alas Motor DC

Alas motor DC berfungsi sebagaiudukan motor DC yang disimpan dibagian permukaan atas landasan *rack*. Alas motor DC memiliki panjang 30 mm, lebar 18,51 mm, dan tebal 18 mm. Gambar teknik alas motor DC dapat dilihat pada gambar 3.46.



Gambar 3.46 Gambar Teknik Alas Motor DC

Bahan baku awal alas motor DC berupa pelat alumunium dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat alas motor DC dapat dilihat pada gambar 3.47 dan proses pembuatan alas motor DC dapat dilihat pada tabel 3.17. alas motor DC yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.48.



Gambar 3.47 Pelat Alumunium

Tabel 3.17 Proses Pembuatan Alas Motor DC

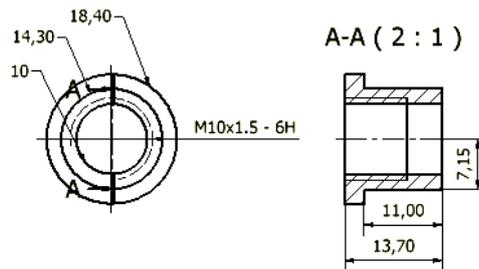
No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material pelat aluminium tebal 18 mm dipotong dengan ukuran 30mmx18,51mm	Penggaris	<i>Circular Sawing</i>	4 menit
2.	Membuat lubang bertingkat sebanyak dua buah dengan ukuran \varnothing 5 mm sedalam 8 mm.	Jangka sorong	Mesin Gurdi	12 menit
3.	Membuat lubang dibagian tengah sampai tembus (\varnothing 6mm)	Jangka sorong	Mesin Gurdi	7 menit
4.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				24 menit



Gambar 3.48 Hasil Pembuatan Alas Motor DC

12. Mur Power Screw

Pembuatan mur poros daya memanfaatkan mur yang sudah ada di pasaran. Bagian sisi luar mur diubah sedikit dengan cara dibubut. Gambar teknik mur poros daya dapat dilihat pada gambar 3.49.



Gambar 3.49 Gambar Teknik Mur Power Screw

Bahan baku awal mur power screw berupa mur m10. Mur m10 yang digunakan dalam proses pembuatan dapat dilihat pada gambar 3.50 dan proses pembuatan mur power screw dapat dilihat pada tabel 3.18. Mur power screw yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.51.



Gambar 3.50 Mur M10

Tabel 3.18 Proses Pembuatan Mur Poros Daya

No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material mur poros daya dibubut bagian luar dengan diameter 14,30 mm setebal 11 mm dan diameter 18,40mm setebal 2mm	Jangka sorong	Circular sawing	3 menit

Tabel 3.18 Proses Pembuatan Mur Poros Daya (Lanjutan)

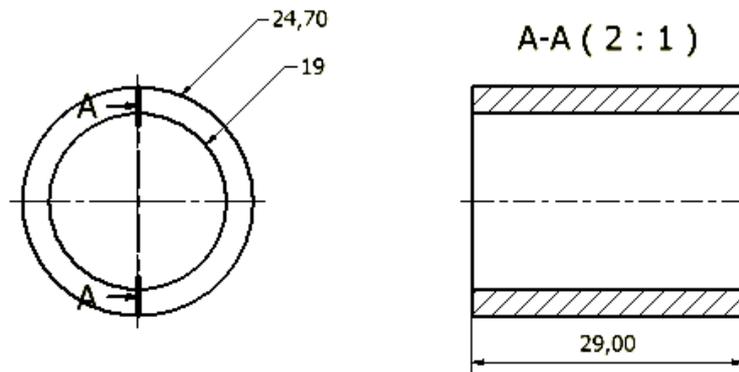
2.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				4 menit



Gambar 3.51 Hasil Pembuatan Mur Power Screw

13. Bosh *Linear Bearing*

Bosh *linear bearing* berfungsi untuk menempatkan *linear bearing* pada pembawa. Bosh *linear bearing* memiliki diameter luar 24,70mm, diameter dalam 19mm, dan panjang 29mm. Gambar teknik bosh linear bearing dapat dilihat pada gambar 3.52



Gambar 3.52 Gambar Teknik Bosh *Linear Bearing*

Bahan baku awal *bosh linear bearing* berupa alumunium silinder pejal dan diproses dengan beberapa proses pemesinan. Material awal yang dipakai untuk membuat *bosh linear bearing* dapat dilihat pada gambar 3.53 dan proses pembuatan *bosh linear bearing* dapat dilihat

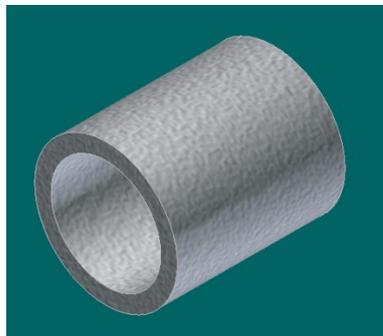
pada tabel 3.19. *Bosh linear bearing* yang telah selesai dibuat dapat dilihat pada gambar 3.54.



Gambar 3.53 Alumunium Silinder Pejal

Tabel 3.19 Proses Pembuatan Bosh Linear Bearing

No.	Proses pembuatan	Alat ukur	Mesin yang digunakan	Waktu pengerjaan (menit)
1.	Raw material poros alumunium dengan Ø24,70mm dipotong sepanjang 29mm	Penggaris	Circular sawing	4 menit
2.	Membuat lubang Ø19mm	Jangka sorong	Mesin bubut	10 menit
3.	Finishing	-	Ampelas no. 1000	1 menit
Lama waktu pengerjaan				15 menit

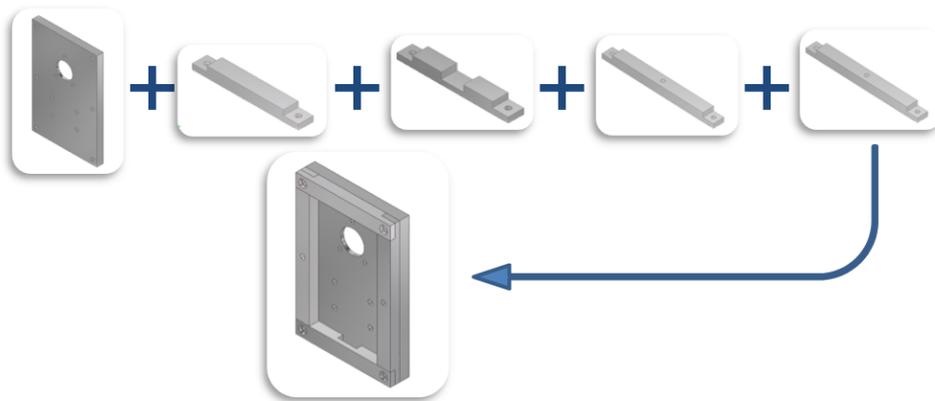


Gambar 3.54 Hasil Pembuatan Bosh Linear Bearing

3.4 Perakitan Mekanisme Rack Generation

Perakitan mekanisme rack generation adalah perakitan antara komponen-komponen mekanisme rack generation. Komponen-komponen mekanisme rack generation meliputi rumah rack, piringan rack, poros daya, lengan penggerak, batang penyangga, batang penghubung stempel, bosh lengan penggerak, bosh batang stempel, baud tanam, mur M10, baud L, rumah bearing, landasan rack, bosh linear bearing, linear bearing, mur landasan rack, motor DC.

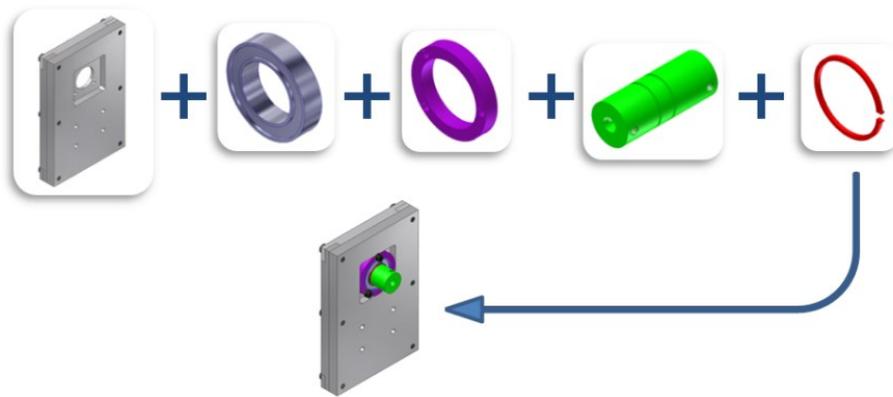
Langkah pertama yaitu merakit antara komponen rumah rack mekanisme rack generation..perakitan mekanisme rumah rack meliputi sub part a, sub part b, sub part c, sub part d, dan sub part e. Gambar perakitan 1 dapat dilihat pada gambar 3.55.



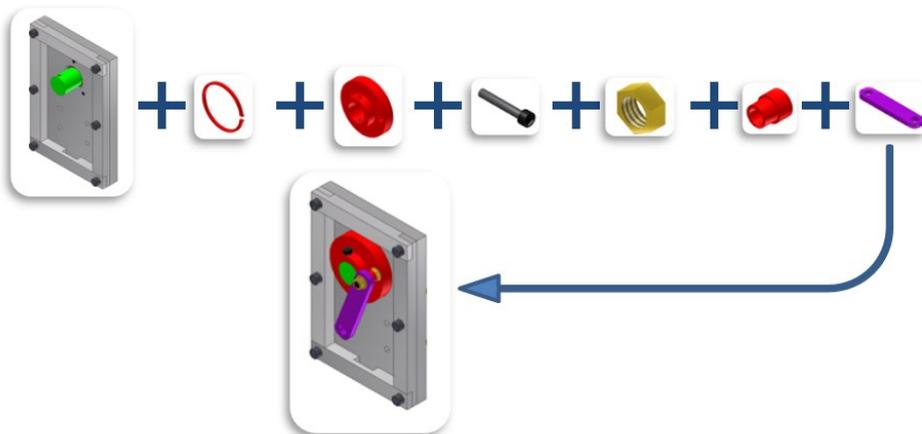
Gambar 3.55 Perakitan 1 Rumah Rack Mekanisme Rack Generation

Langkah kedua yaitu merakit antara hasil perakitan pertama rumah rack bagian belakang dengan komponen ball bearing, rumah bearing, poros daya, dan snap ring. Gambar perakitan 2 dapat dilihat pada gambar 3.56.

Langkah ketiga yaitu merakit antara hasil perakitan komponen rumah rack bagian belakang dengan komponen rumah rack bagian depan yaitu piringan rack, snap ring, mur, bosh lengan penggerak, dan lengan penggerak. Gambar perakitan ketiga dapat dilihat pada gambar 3.57.



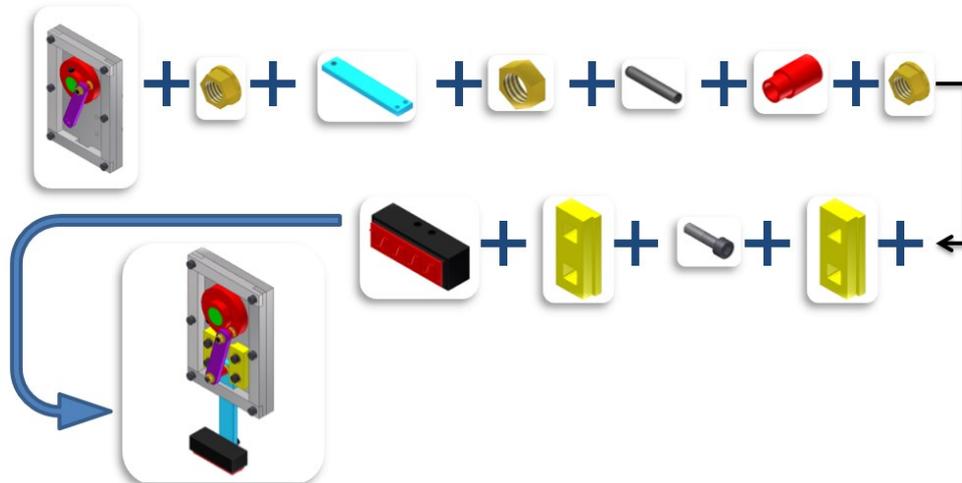
Gambar 3.56 Perakitan 2 Komponen Rumah Rack Bagian Belakang



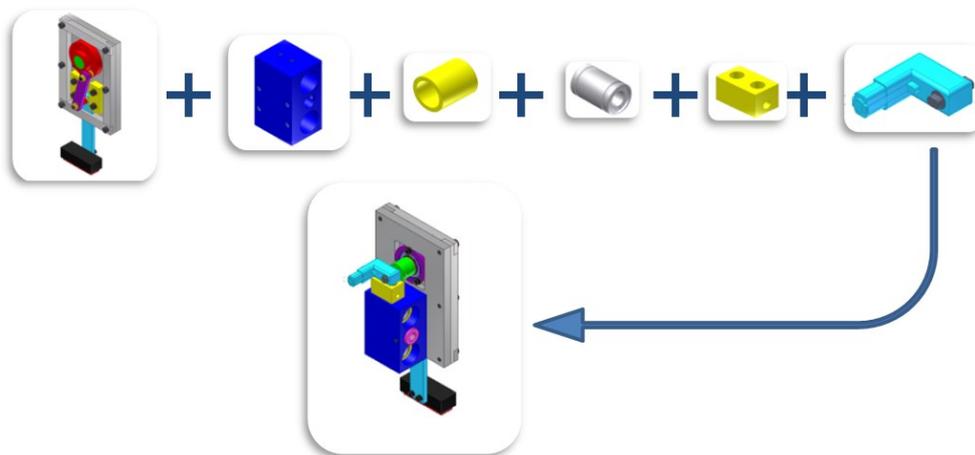
Gambar 3.57 Perakitan 3 Komponen Rumah Rack Bagian Depan

Langkah keempat yaitu merakit antara hasil perakitan komponen rumah rack bagian depan dengan komponen bagian mekanisme rack lainnya diantaranya lengan penggerak, mur, boud tanam M5x25 mm, bosh penghubung stempel, mur, batang penyangga kiri boud L M5x20 mm, batang penyangga kanan, dan stempel rack. Gambar hasil perakitan keempat dapat dilihat pada gambar 3.58

Langkah kelima yaitu merakit antara hasil perakitan bagian depan dengan komponen bagian belakang diantaranya, landasan rack, bosh linear bearing, linear bearing, mur landasan rack, dudukan motor DC, Motor DC, boud tanam M2x5 mm. Gambar hasil perakitan kelima dapat dilihat pada gambar 3.59.



Gambar 3.58 Perakitan 4 Hasil Perakitan Bagian Depan



Gambar 3.59 Perakitan 5 Hasil Perakitan Bagian Belakang

Semua proses pembuatan komponen sampai perakitan dilakukan dilab. Proses Manufaktur Universitas Pasundan Bandung. Rekapitulasi biaya pembuatan mekanisme rack simulator mesin pembuat roda gigi lurus dapat dilihat pada tabel 3.20.

Tabel 3.20 Rekapitulasi Biaya Pembuatan

No.	Keterangan	Biaya (Rp)
1.	Komponen Standar	570.000,-

Tabel 3.20 Rekapitulasi Biaya Pembuatan (Lanjutan)

2.	Material Bahan Baku	500.000,-
3.	Jasa Pembuatan	600.000,-
Total		1.670.000,-

Biaya yang dihabiskan selama proses pembuatan sebesar Rp 1.670.000 (harga dapat berubah sewaktu-waktu).

BAB IV

PENGUJIAN MEKANISME RACK GENERATION

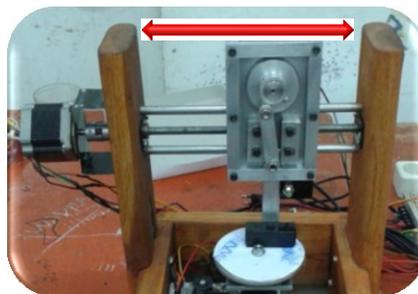
Pada bab ini dibahas tentang pengujian dan analisa hasil pengujian mekanisme rack generation.

4.1 Pengujian Mekanisme Rack Generation

Pada simulator mekanisme rack generation yang telah dibuat terdapat dua buah pergerakan, yaitu pergerakan dengan arah gerak horizontal dan pergerakan dengan arah gerak vertikal.

4.1.1 Pengujian Mekanisme Rack Generation Arah Gerak Horizontal

Pengujian dilakukan dengan cara mengaktifkan motor stepper. Motor stepper tersebut menggerakkan mekanisme rack generation ke arah kiri atau kanan. Arah gerakan mekanisme rack generation disesuaikan dengan perpindahan benda kerja. Pengujian mekanisme rack generation dengan arah gerak horizontal dapat dilihat pada gambar 4.1.

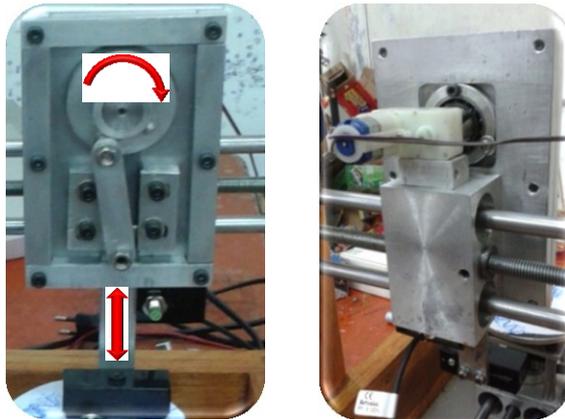


Gambar 4.1 Pengujian Mekanisme Rack Generation Arah Gerak Horizontal

4.1.2 Pengujian Mekanisme Rack Generation Arah Gerak Vertikal

Pengujian dilakukan dengan cara mengaktifkan motor DC pada bagian mekanisme rack generation. Motor DC tersebut menggerakkan

piringan rack yang terhubung dengan lengan penggerak, sehingga batang penghubung stempel bergerak naik turun. Gerakan mekanisme rack generation disesuaikan dengan kondisi sensor proximity. Pengujian mekanisme rack generation dengan arah gerak vertikal dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Pengujian Mekanisme Rack Generation Arah Gerak Vertikal

4.2 Analisa Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan pada simulator mekanisme rack generation, didapatkan hasil analisa sebagai berikut:

1. Mekanisme rack generation dapat bergeser ke arah kanan atau kiri sesuai perpindahan benda kerja,
2. Mekanisme rack generation dapat bergerak naik turun, dan
3. Mata potong pahat berbentuk stempel rack dapat mengecap benda kerja berupa kertas sesuai yang diinginkan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini dibahas tentang kesimpulan dan saran yang dapat diberikan selama melakukan pembuatan pada mekanisme *rack generation*.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pembuatan mekanisme *rack generation* pada simulator mesin pembuat roda gigi lurus didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Mekanisme *rack generation* ini dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan tujuan pembuatan,
2. Mekanisme *rack generation* dapat bergeser ke arah kanan atau ke arah kiri dengan baik, dan
3. Mekanisme *rack generation* dapat mengubah putaran dari gerak rotasi menjadi gerak translasi.

5.2 Saran

Tidak menuntut kemungkinan rancangan simulator mekanisme *rack generation* dapat disempurnakan atau dikembangkan lagi, misalnya mengganti ulir poros daya pada bagian landasan *rack* agar dapat bergerak dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Bagus Marta, Eda 2014. *Aplikasi Motor Servo Pada Proses Pembuatan Beberapa Lubang Dengan Konfigurasi Lubang Sebaris (Pengendalian Proses Menggunakan PLC)*. Tugas Akhir Sarjana. Bandung : Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

Sonawan, Hery. *Perancangan Elemen Mesin*, Penerbit Alfabeta, Bandung, 2011.

Dasar-Dasar Proses Pemesinan, diperoleh dari situs internet: <http://harisok.blogspot.co.id/2015/05/dasar-dasar-proses-permesinan.html?m=1>. Diunduh pada tanggal 11 Mei 2015.

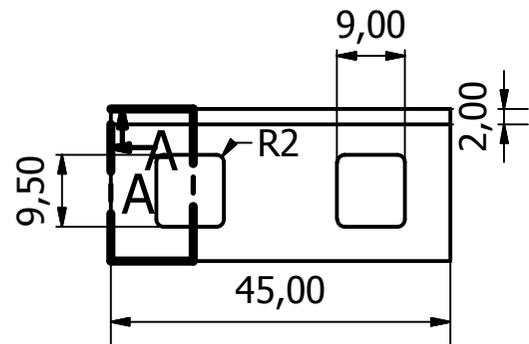
Design Process of Machine Elements, diperoleh dari situs internet: <http://fathul-ilmi.blogspot.co.id/2014/01/design-process-of-machine-elements.html?m=1>. Diunduh pada tanggal 15 Januari 2014.

Gear Generation and Finishing Operations, diperoleh dari situs internet: <http://ignou.ac.inuploadgear.pdf>. Diunduh pada tanggal 10 Januari 2015.

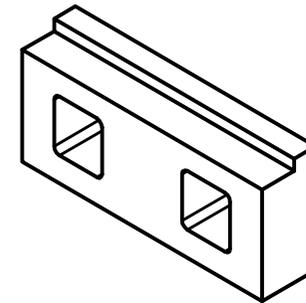
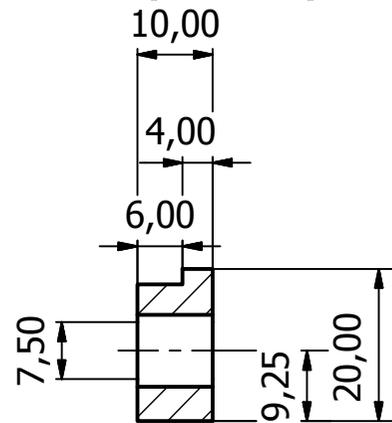
Pemodelan Perencanaan Roda Gigi Lurus, diperoleh dari situs internet: http://researchgate.net/publication/268273268_PEMODELAN_PERENCANAAN_RODA_GIGI_LURUS. Diunduh pada tanggal 15 Januari 2015.

Tata McGraw Hill, *Manufacturing Processes II*, diperoleh dari situs internet: http://books.google.co.id/books?id=IUreeeP2w0Gc&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false. Diunduh pada tanggal 20 Desember 2014.

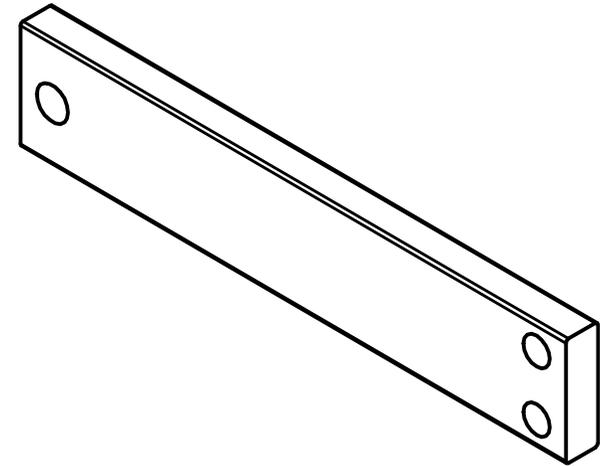
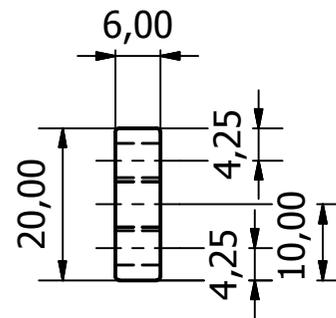
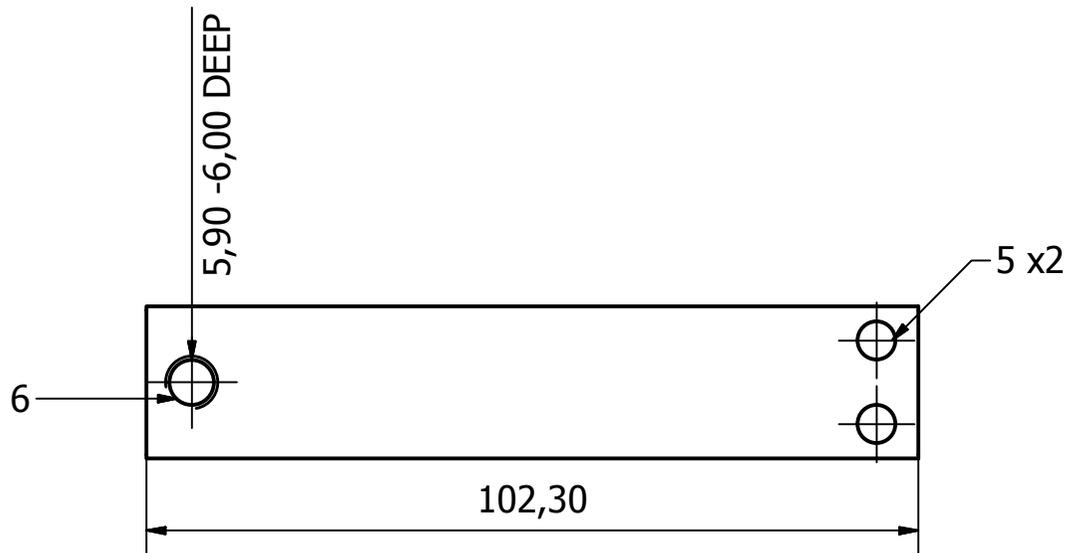
LAMPIRAN



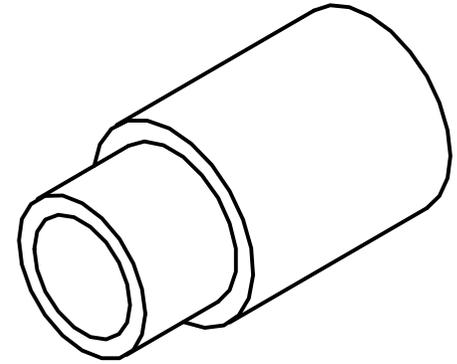
A-A (1 : 1)



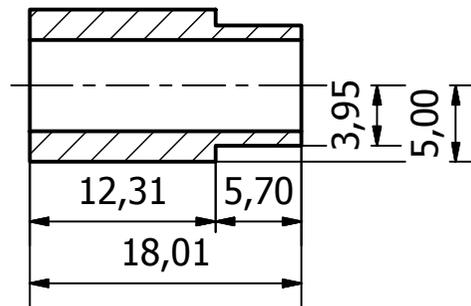
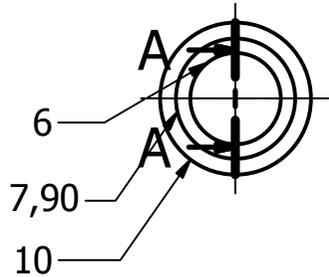
	SKALA : 1:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	BATANG PENYANGGA		A4



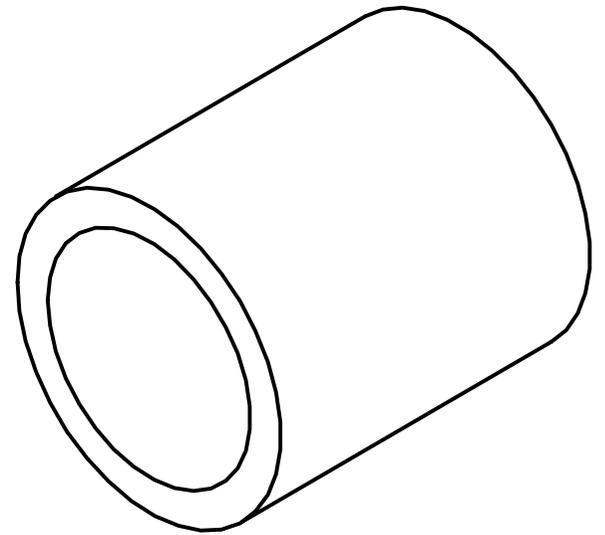
	SKALA : 1:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	BATANG PENGHUBUNG STEMPEL		A4



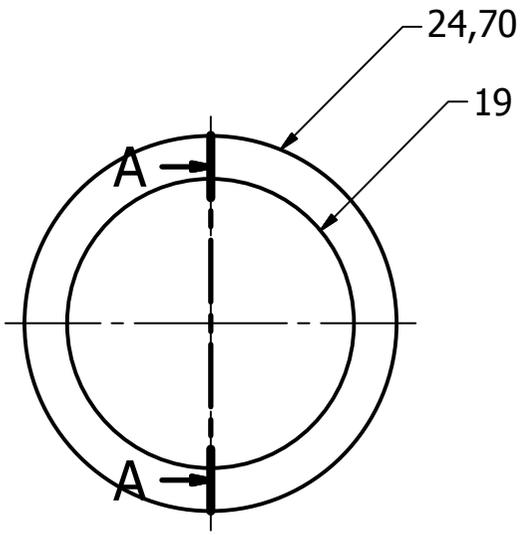
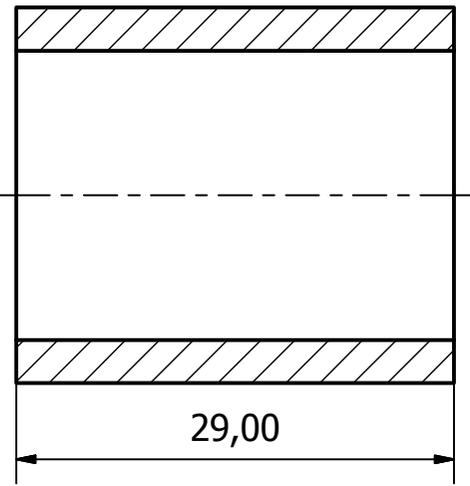
A-A (2 : 1)



	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	BOSH PENGHUBUNG BATANG STEMPEL		A4

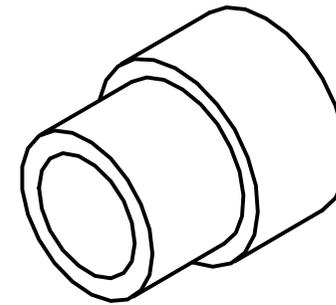


A-A (2 : 1)

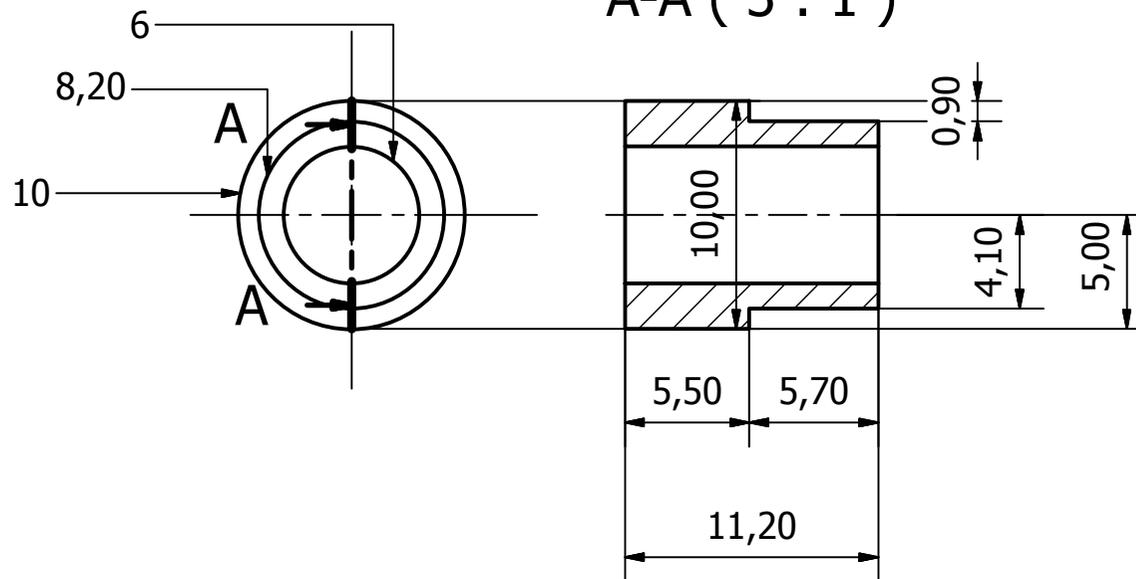


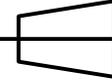
	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	BOSH LINIER BEARING		A4

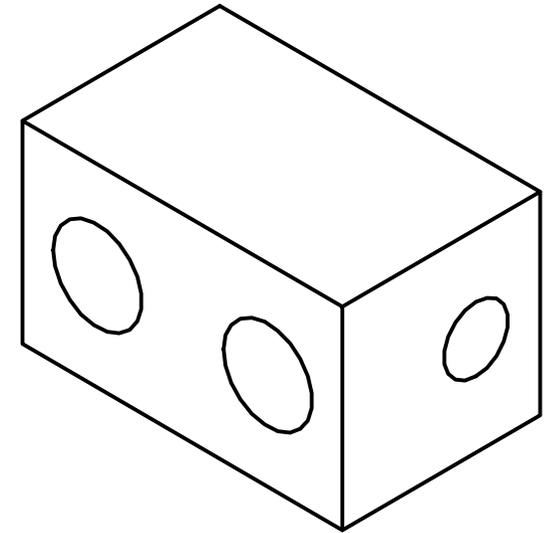
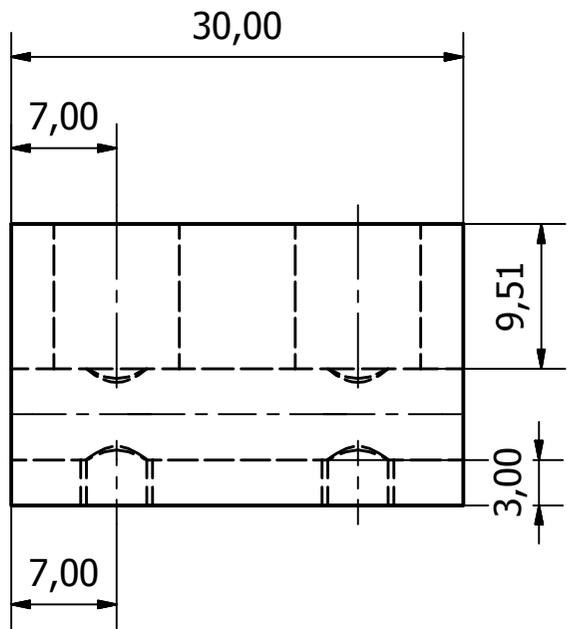




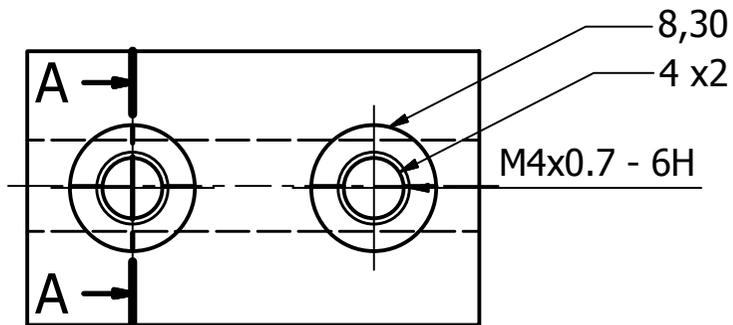
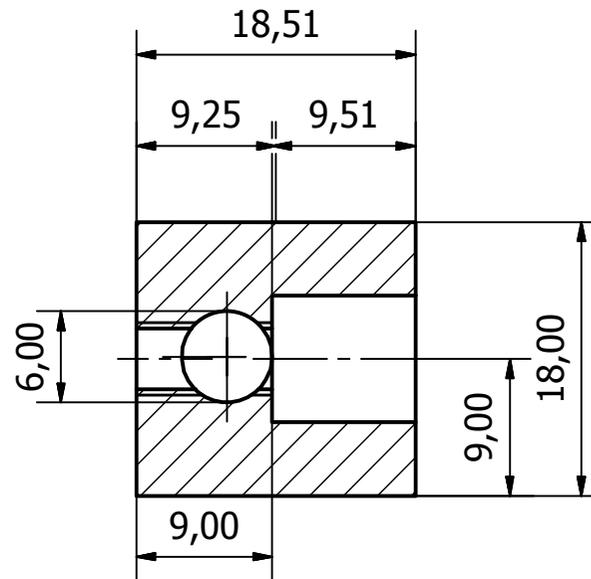
A-A (3 : 1)



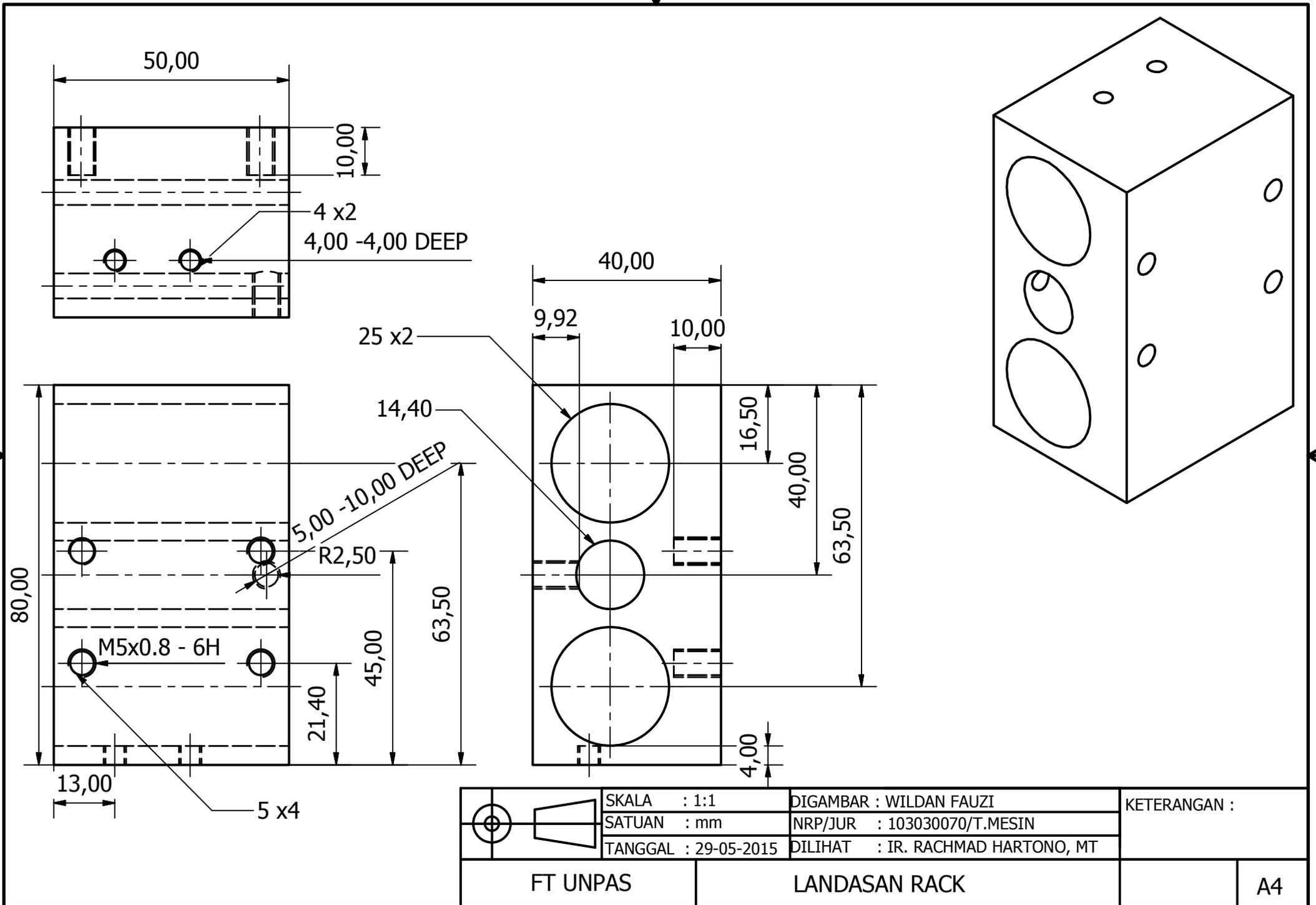
 	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	BOSH LENGAN PENGGERAK		A4



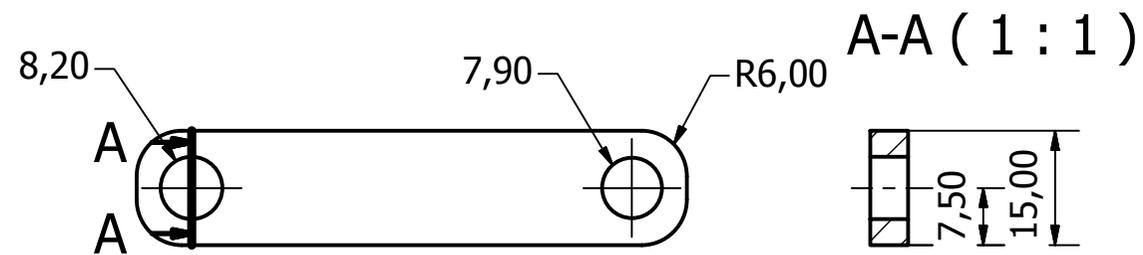
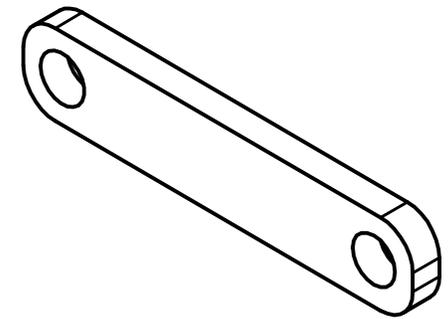
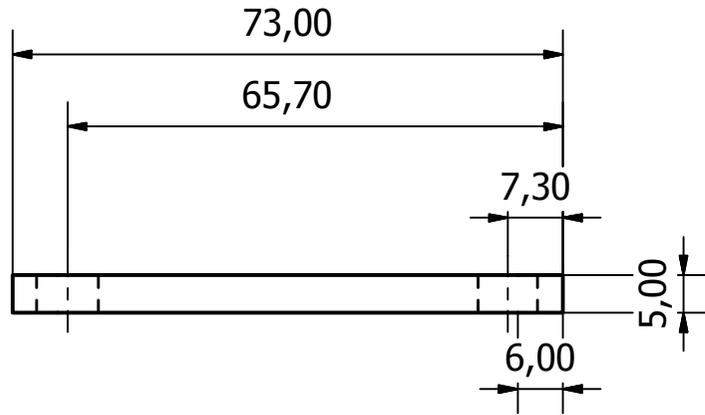
A-A (2 : 1)



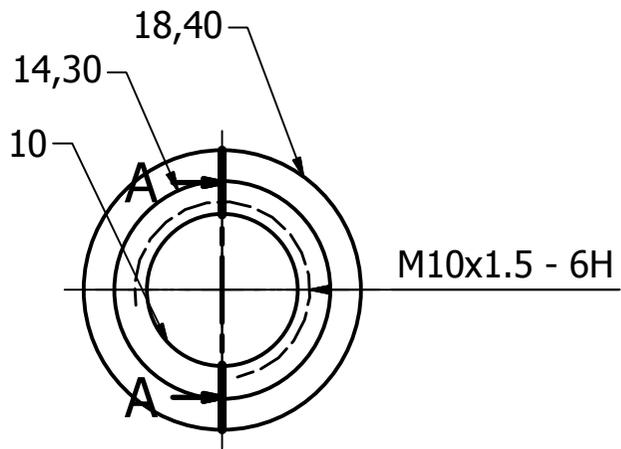
	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	ALAS MOTOR DC		A4



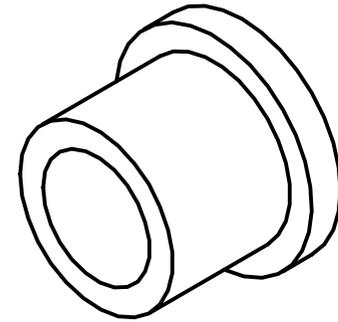
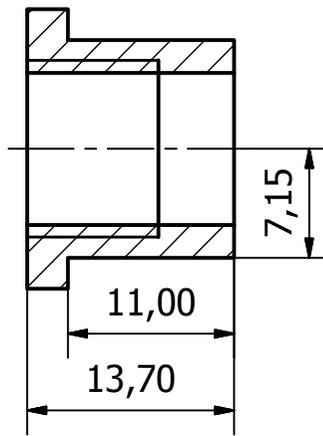
	SKALA : 1:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	LANDASAN RACK		A4



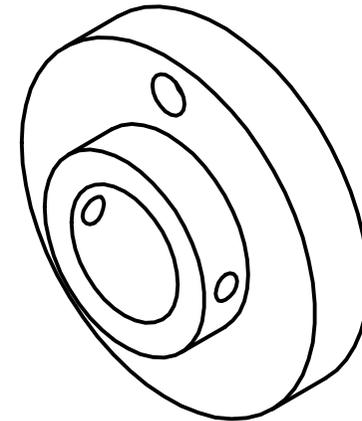
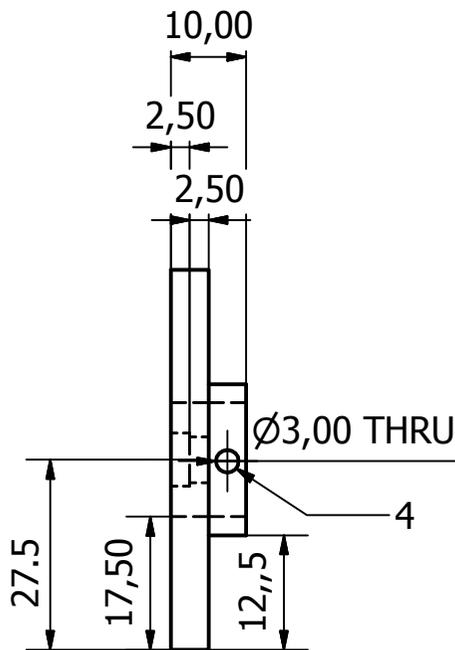
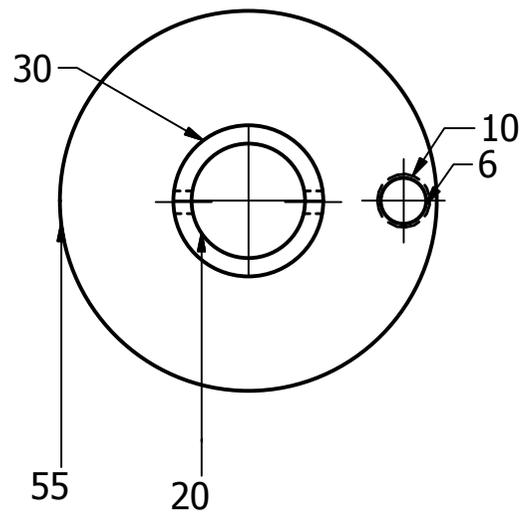
	SKALA : 1:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	LENGAN PENGGERAK		A4

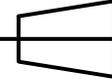


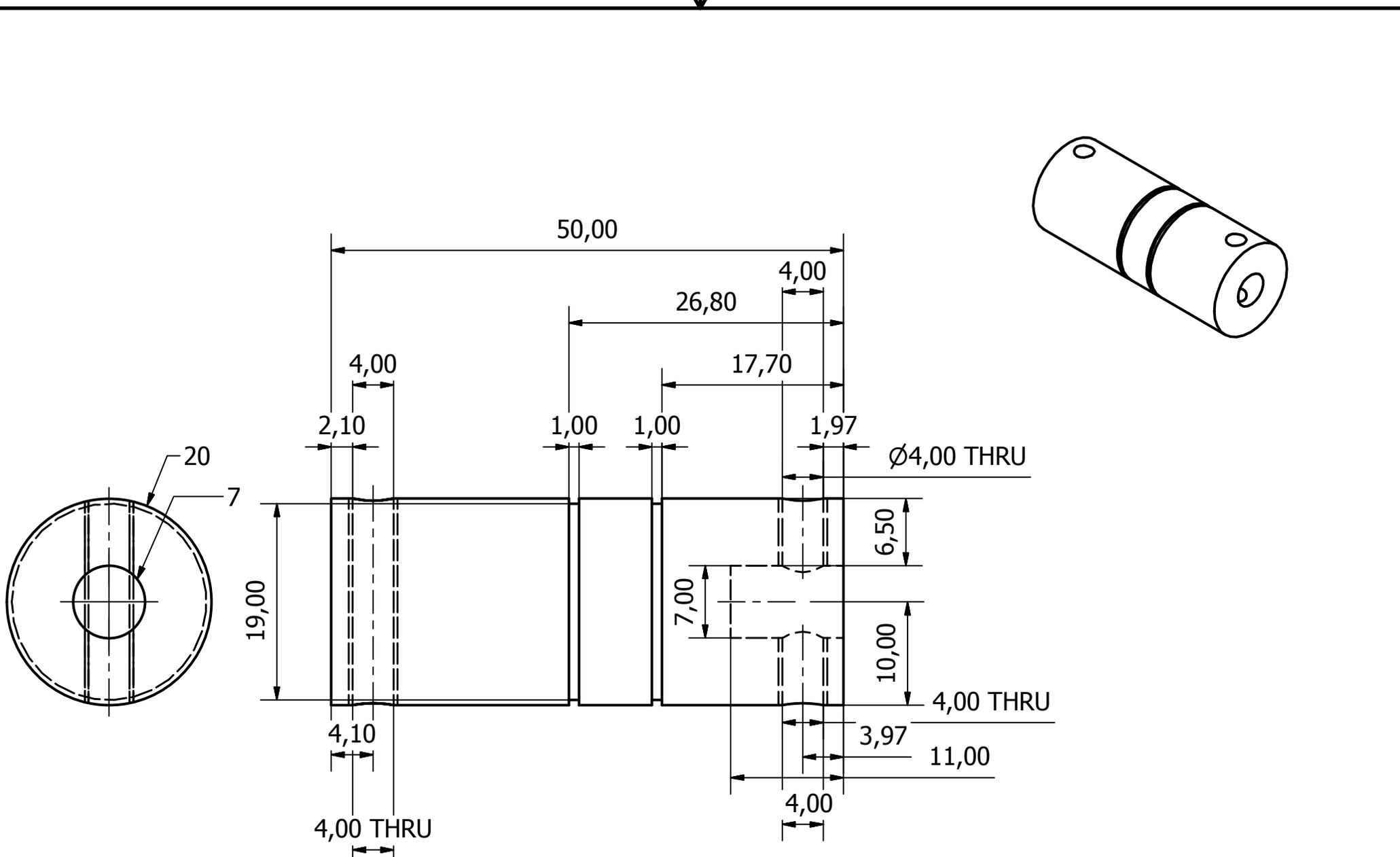
A-A (2 : 1)



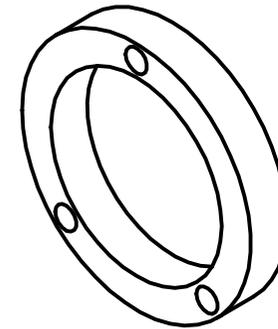
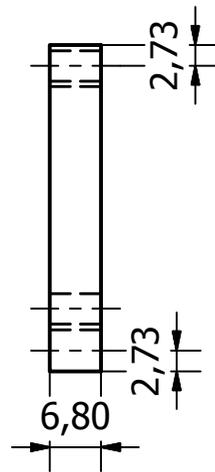
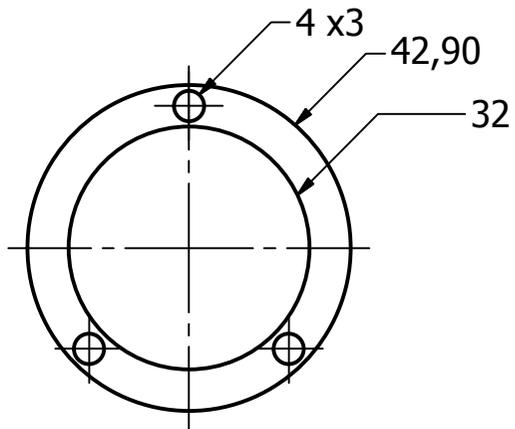
	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	MUR POWER SCREW		A4

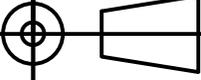


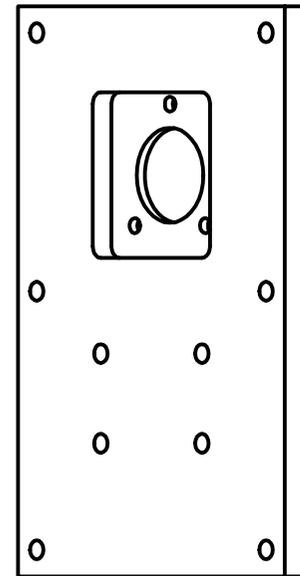
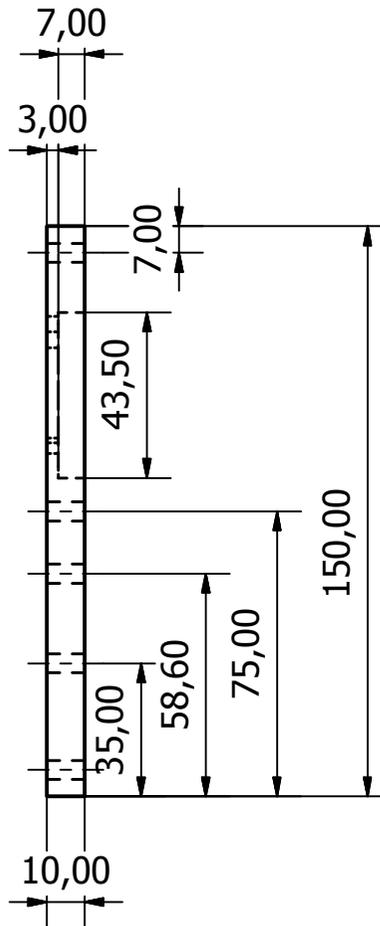
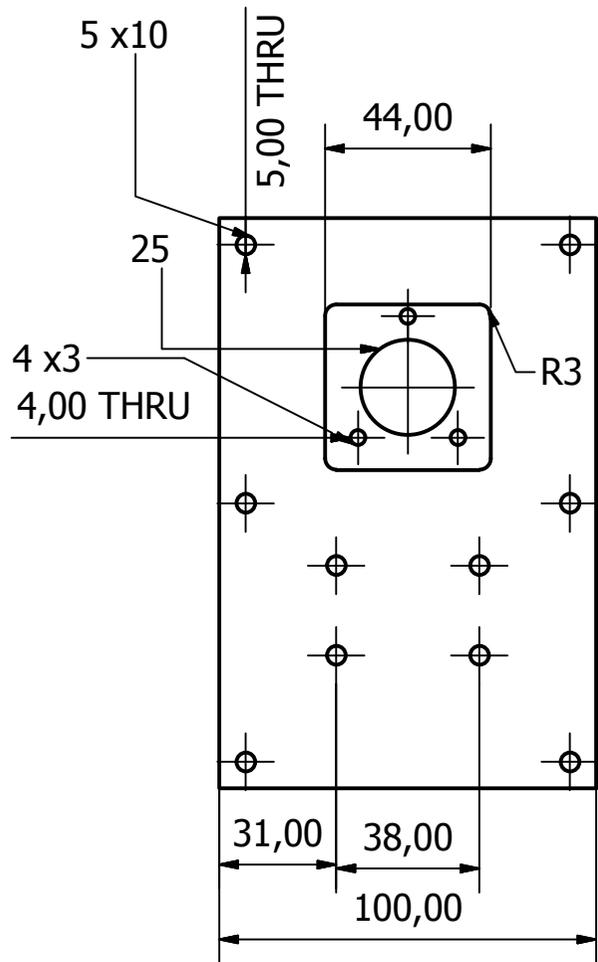
 	SKALA : 1:1	DIGAMBA : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	PIRINGAN RACK		A4



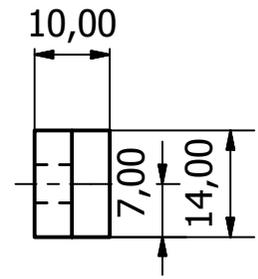
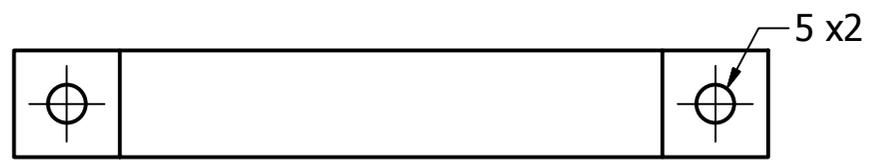
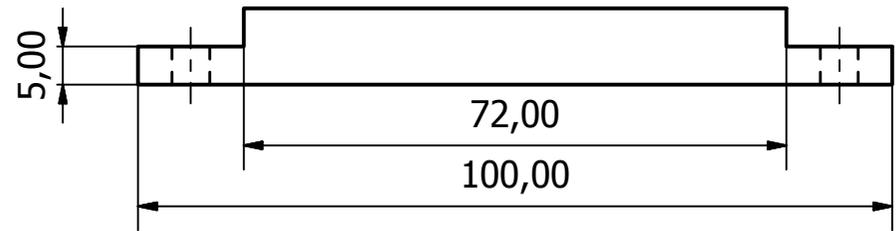
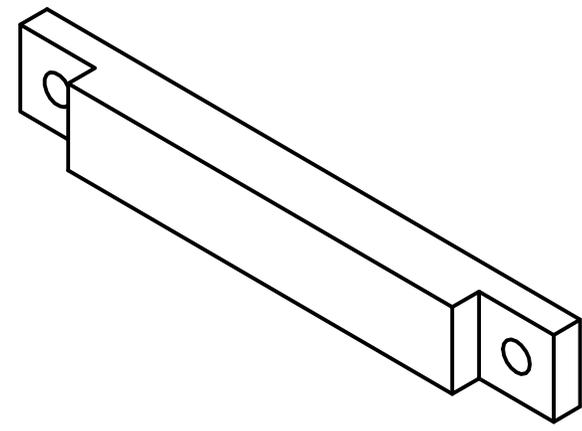
	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS		POROS DAYA	
			A4



	SKALA : 1:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	RUMAH BEARING		A4

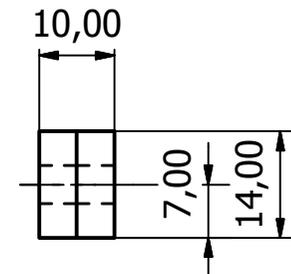
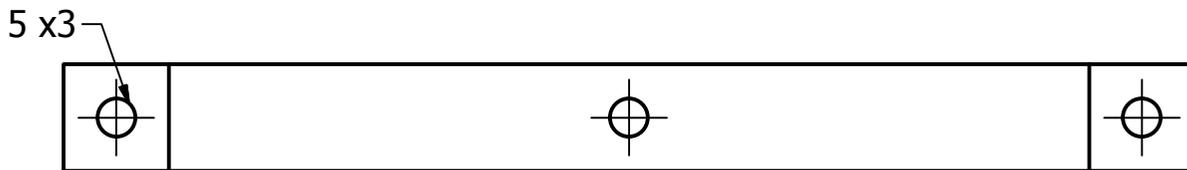
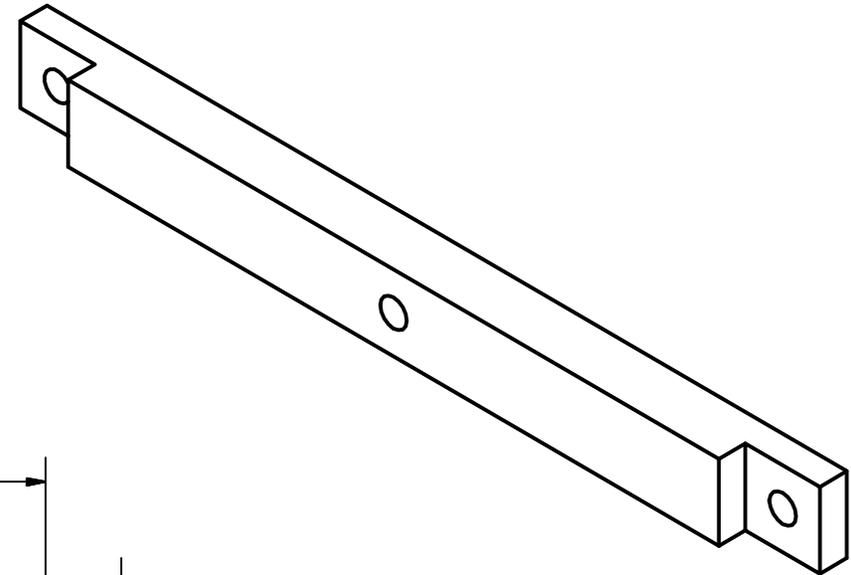
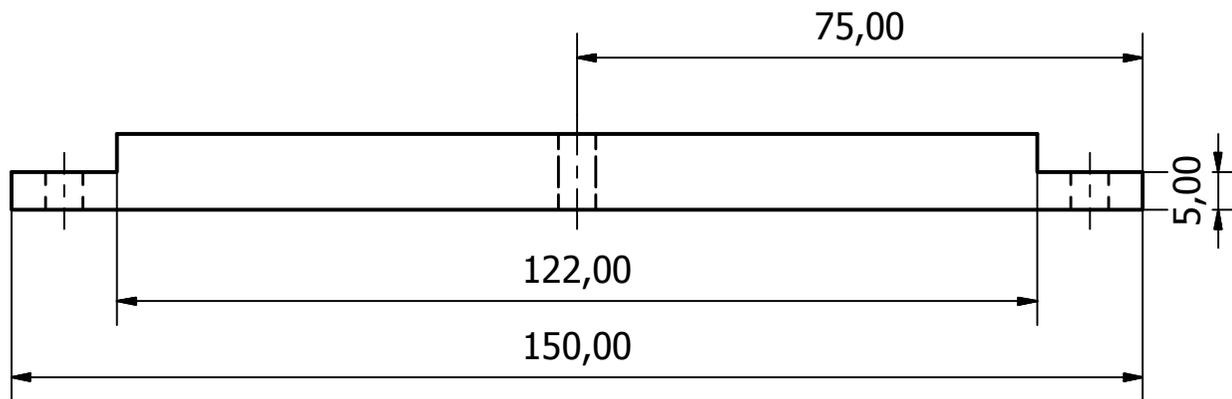


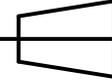
	SKALA : 2:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	Sub Part a		A4

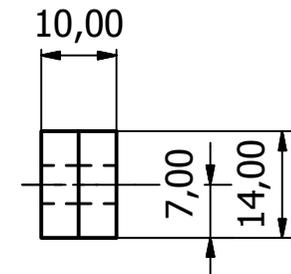
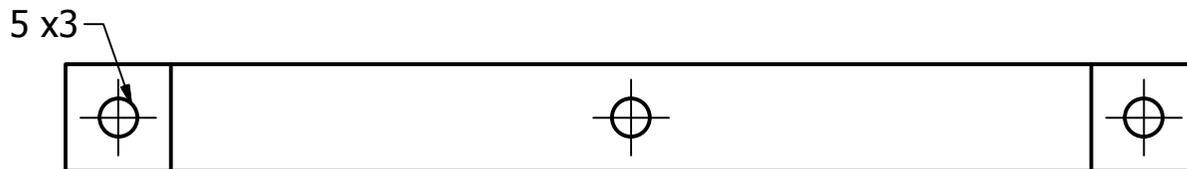
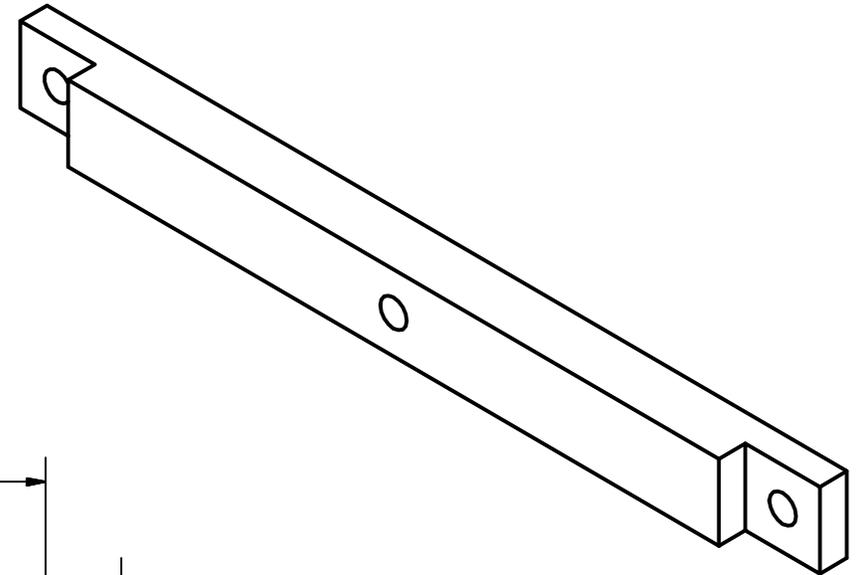
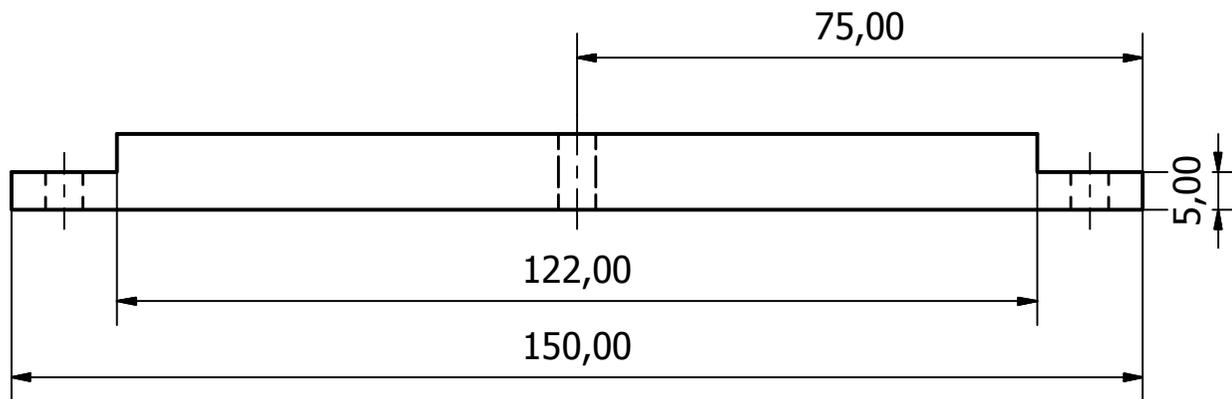


	SKALA : 1:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	Sub Part b		A4

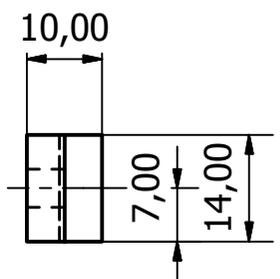
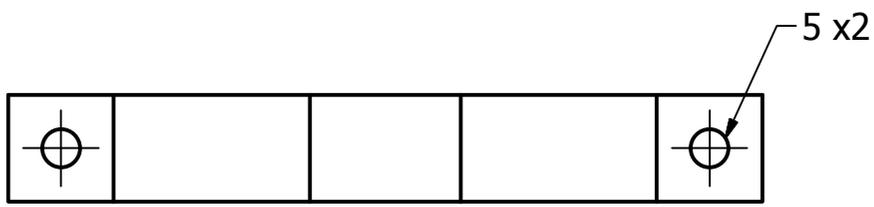
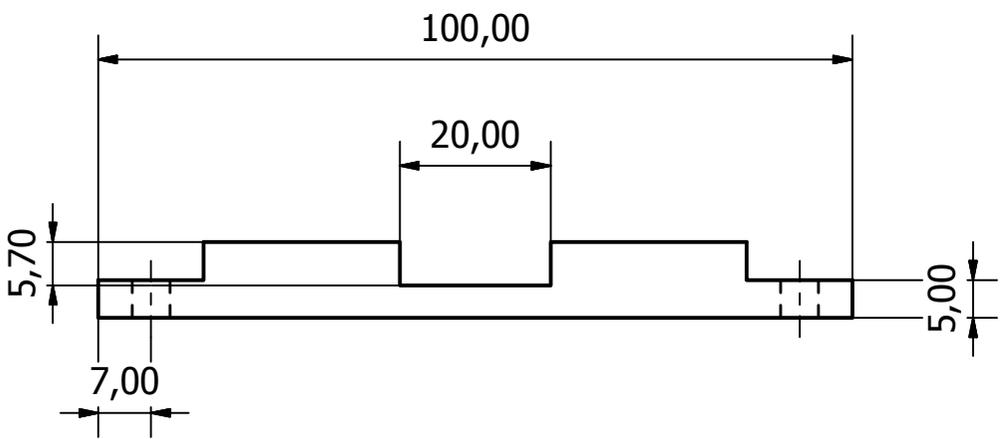
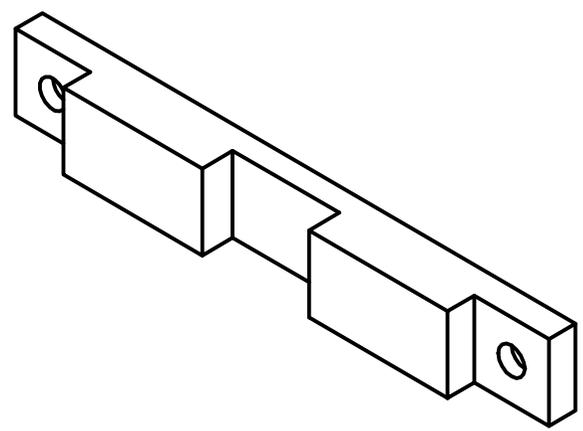


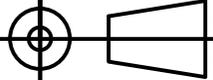


 	SKALA : 1:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	Sub Part c		A4



	SKALA : 1:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	Sub Part d		A4



	SKALA : 1:1	DIGAMBAR : WILDAN FAUZI	KETERANGAN :
	SATUAN : mm	NRP/JUR : 103030070/T.MESIN	
	TANGGAL : 29-05-2015	DILIHAT : IR. RACHMAD HARTONO, MT	
FT UNPAS	Sub Part e		A4